



Mémoire pour l'obtention du
Certificat d'Etudes Approfondies Vétérinaires en Santé Publique Vétérinaire

**État des lieux des méthodes de dépeuplement en élevage
de bovins, petits ruminants, porcs et volailles :
élaboration d'outils d'aide au choix et au contrôle.**

Mission réalisée du 23 avril au 27 juillet 2018
à la Mission des Urgences Sanitaires / DGAL sous la responsabilité de Marie-Pierre DONGUY
et au SRAL Bretagne sous la responsabilité de Françoise CHARTIER

Pierre DELGOVE
Inspecteur Stagiaire de Santé Publique Vétérinaire
Année 2017-2018

À Marie-Pierre DONGUY, pour avoir accepté ce sujet de stage et pour m'avoir accueilli ;

À toute l'équipe de la MUS pour leur chaleureux accueil lors de mes journées à la DGAL ;

À Françoise CHARTIER, pour m'avoir permis d'être basé dans ma ville de résidence et de réaliser ce travail près de mes proches ;

À la joyeuse équipe du SRAL Bretagne pour son accueil ;

À Loïc GOUYET, pour m'avoir apporté un regard pratique sur ces questions ;

À Evelyne BOUVIER, pour son accueil ;

À Célia MALHÈRE, Séverine RAUTUREAU et Valérie MORIN, pour leur encadrement lors de ce stage et la réalisation de cette mission ;

Sincères remerciements.

Table des matières

Introduction	7
1. Généralités sur l'euthanasie et le dépeuplement	8
1.1 Définition.....	8
1.2 Conditions de mise à mort.....	8
2. Critères de choix d'une méthode de dépeuplement	8
2.1 Liés aux animaux.....	8
2.2 Liés à la méthode.....	9
2.3 Selon des critères externes.....	9
3. Présentation des différentes méthodes de dépeuplement	10
3.1 Méthodes mécaniques.....	10
3.1.1 Dispositifs à tige perforante.....	10
3.1.2 Armes à feu.....	12
3.1.3 Percussion du crâne.....	13
3.1.3.1 Percussion manuelle de la boîte crânienne.....	13
3.1.3.2 Percussion au moyen de dispositif à tige non perforante.....	14
3.2 Utilisation de l'électricité.....	14
3.2.1 En un temps.....	14
3.2.2 En deux temps.....	14
3.3 Utilisation de produits administrés par voie orale.....	15
3.4 Utilisation de gaz.....	16
3.4.1 Mélange de CO ₂ et d'air.....	16
3.4.2 Mélanges de CO ₂ et de gaz inertes (azote, argon).....	17
3.4.3 Gaz inertes : azote, xénon, krypton, argon.....	17
3.4.4 Monoxyde de carbone.....	17
3.4.5 Autres gaz.....	18
3.5 Méthodes provoquant l'anoxie des animaux.....	18
3.6 Méthodes complémentaires de mise à mort.....	18
3.6.1 Décapitation.....	18
3.6.2 Jonchage.....	19
3.6.3 Saignée.....	20
3.6.4 Second tir à l'arme à feu.....	20
3.6.5 Utilisation de produits euthanasiantes.....	20
4. Contrôle de la bonne réalisation de l'étourdissement et de la mise à mort	21
5. Dépeuplement des élevages de bovins	22
5.1 Méthodes mécaniques.....	23
5.1.1 Dispositif à tige perforante.....	23
5.1.1.1 Positionnement du pistolet.....	23
5.1.1.2 Efficacité.....	23
5.1.2 Utilisation des armes à feu.....	24
5.1.2.1 Tir au pistolet.....	25
5.1.2.2 Tir à la carabine.....	25
5.1.2.3 Utilisation de fusil de chasse.....	25
5.1.3 Percussion du crâne.....	26
5.2 Utilisation de l'électricité.....	26
5.3 Utilisation d'euthanasiques injectables.....	26
5.4 Utilisation de toxiques par voie orale.....	26
5.5 Abattage des animaux dans un établissement d'abattage.....	27
6. Dépeuplement des élevages de petits ruminants	27
6.1 Méthodes mécaniques.....	28

6.1.1 Dispositif à tige perforante.....	28
6.1.2 Armes à feu.....	29
6.1.3 Percussion du crâne.....	29
6.1.3.1 Manuelle.....	29
6.1.3.2 Dispositif à tige non perforante.....	29
6.2 Utilisation de l'électricité.....	29
6.2.1 Application en un temps.....	29
6.2.2 Application en deux temps.....	30
6.3 Utilisation du CO ₂	30
6.4 Utilisation d'euthanasiques injectables.....	30
7. Dépeuplement en élevage de porcs.....	30
7.1 Méthodes mécaniques.....	31
7.1.1 Dispositif à tige perforante.....	31
7.1.1.1 Matériel.....	31
7.1.1.2 Positionnement du tir.....	31
7.1.1.3 Efficacité.....	32
7.1.2 Utilisation des armes à feu.....	32
7.1.3 Percussion du crâne.....	33
7.1.3.1 Dispositif à tige non perforante.....	33
7.1.3.2 Percussion manuelle de la boîte crânienne.....	34
7.2 Utilisation de l'électricité.....	34
7.2.1 Application en un temps.....	34
7.2.2 Application en deux temps.....	35
7.3 Méthode gazeuse.....	35
7.3.1 Utilisation du CO ₂	35
7.3.2 Utilisation d'un mélange CO ₂ - gaz inerte.....	37
7.4 Utilisation d'euthanasique injectable.....	37
7.5 Utilisation de toxique par voie orale : le nitrite de sodium.....	38
7.6 Arrêt de la ventilation du bâtiment.....	38
7.7 Transport des animaux vers un abattoir.....	38
8. Dépeuplement des élevages de volailles.....	39
8.1 Méthodes mécaniques.....	39
8.1.1 Dislocation cervicale manuelle et mécanique.....	39
8.1.2 Percussion de la boîte crânienne.....	39
8.1.3 Décapitation.....	40
8.1.4 Usage des armes à feu.....	40
8.2 Utilisation de l'électricité.....	40
8.2.1 Utilisation de l'électronarcose à bain d'eau.....	40
8.2.2 Électronarcose à la tête uniquement suivie d'une méthode de mise à mort.....	41
8.3 Utilisation de gaz.....	41
8.3.1 Utilisation de gaz CO ₂ ou d'un mélange CO ₂ -gaz inerte dans une enceinte.....	42
8.3.2 Utilisation de CO ₂ en bâtiment.....	46
8.3.2.1 Gazage du bâtiment en entier.....	46
8.3.2.2 Méthode de la tente de polyéthylène.....	47
8.3.2.3 Gazage d'une partie du bâtiment.....	47
8.3.3 Contrôle de la perte de conscience et de la mort des animaux lors du gazage.....	48
8.4 Utilisation de mousses à base d'eau.....	48
8.5 Euthanasique injectable.....	51
8.6 Usage d'anesthésique complété par une méthode de mise à mort.....	51

8.7 Arrêt de la ventilation du bâtiment.....	52
Conclusion.....	54
Tableaux synthétiques.....	56
Propositions de modes opératoires normalisés.....	61
Sources et bibliographie.....	69

Table des acronymes utilisés

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

APHIS : Animal and Plant Health Inspection Service

AUSVETPLAN : Australian Veterinary Emergency Plan

AVMA : American Veterinary Medical Association

CGU : Containerised Gasing Unit

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

IAHP : Influenza Aviaire Hautement Pathogène

MAK : Modified Atmosphere Killing

MON : Mode Opérateur Normalisé

MUS : Mission des Urgences Sanitaires

NAHEMS : National Animal Health Emergency Management System

RE : Règlement Européen

RETEX : Retour d'Expérience

USDA : United States Department of Agriculture

Introduction

Au début de l'année 2018, suite aux différents retours d'expérience sur les dépeuplements en élevage de volailles dans le sud-ouest lors de l'épisode d'influenza aviaire de 2016-2017 et dans un élevage de porc atteint de DEP, il a été décidé de constituer un groupe de travail sur le dépeuplement en élevage.

Ce groupe, réunissant des responsables de la mission des Urgences sanitaires (MUS), du bureau Protection animale de la DGAL, des Référents nationaux (Plans d'Intervention Sanitaire et d'Urgence et abattoirs) et des personnes ressources, s'est réuni une première fois le 7/03/2018.

Lors de cette réunion, une liste de tâches a été définie, notamment faire le point sous forme de synthèse sur les méthodes de mise à mort pour différentes espèces afin de pouvoir faire des choix raisonnés et rédiger des modes opératoires normalisés (MON) pour les méthodes retenues à l'instar de ce qui est réalisé dans les abattoirs, afin de faciliter le contrôle des opérations de dépeuplement, en particulier en cas de délégation de service public.

Le présent document répond à ces deux tâches et constitue la mission qui m'a été confiée.

Pour mener à bien ce travail, j'ai procédé à une revue et une synthèse de la bibliographie disponible, une analyse des retours d'expérience (RETEX), ainsi que le recueil d'informations d'autres pays membres de l'Union Européenne auprès des personnes contact RE 1099/2009.

Le document présente tout d'abord des généralités sur l'euthanasie et le dépeuplement. Les différents critères de choix d'une méthode sont ensuite exposés. Les différentes méthodes sont alors présentées de façon générale puis l'éventail des méthodes possibles est présenté pour les espèces (hormis les chevaux et les cervidés) pour lesquelles ont été définis des plans nationaux d'intervention sanitaire d'urgence dans la nouvelle organisation sanitaire : bovins, petits ruminants, porc et volailles.

Cette étude présente également des tableaux synthétiques, d'une part sur les méthodes possibles pour chaque espèce et éventuellement, les sous-catégories en fonction de l'âge ou du poids et d'autre part sur les critères de choix d'une méthode de dépeuplement. Ce dernier tableau est conçu comme une aide au choix d'une méthode à l'appui du guide de dépeuplement déjà existant.

Enfin, des propositions de modes opératoires normalisés sont présentés. Ceux-ci sont inspirés de ce qui est réalisé dans les établissements d'abattage.

1. Généralités sur l'euthanasie et le dépeuplement

1.1 Définition

Le dépeuplement s'entend comme la destruction d'un grand nombre d'animaux le plus rapidement possible et dans le meilleur respect de la protection animale, c'est-à-dire sans douleur ni stress, en réponse à une situation d'urgence, telle que le contrôle des maladies contagieuses ou un état de catastrophe naturelle ou d'origine humaine. Le dépeuplement peut utiliser les techniques de l'euthanasie, mais ne correspond pas toujours à ces principes, compte-tenu du nombre d'animaux à abattre. Toutefois, le respect de la protection animale doit être un des objectifs principaux, même s'il est possible de déroger à la réglementation en vigueur.¹

1.2 Conditions de mise à mort

La mise à mort des animaux doit se faire avec le moins de stress et de douleur possible. Pour cela, il faut sélectionner les méthodes entraînant une perte de conscience rapide et les plus respectueuses des règles de protection animale, ce qui nécessite que le personnel soit formé et entraîné aux méthodes pratiquées. L'usage de méthodes appropriées améliore également les conditions de travail, la mise à mort des animaux étant reconnue comme un stress majeur pour le personnel. Ces opérations doivent être pratiquées par ou sous la supervision d'un vétérinaire. Il est également nécessaire de prévoir une alternative à la méthode principale.²

Si le cortex cérébral n'est plus fonctionnel du fait de l'application des méthodes d'étourdissement, il ne peut plus y avoir de douleur.³ Par conséquent, les différentes méthodes de mise à mort impliquent tout d'abord une perte de conscience induite par la perturbation de l'activité cérébrale, suivie d'un arrêt cardiaque et / ou respiratoire, provoquée éventuellement par une autre intervention.⁴ De plus, la perte de conscience précède la perte des mouvements réflexes musculaires, par conséquent, les mouvements involontaires ne sont pas nécessairement des signes de conscience chez l'animal.⁵

2. Critères de choix d'une méthode de dépeuplement

Le choix prend en compte les éléments suivants ⁶:

2.1 Liés aux animaux

Il s'agit de l'espèce, du nombre, de l'âge et de la taille des animaux à mettre à mort.

1 AVMA 2013, résumé p. 1 , AVMA 2017, p. 23, Thornber, 2014, p. 304, RE 1099/2009, art. 18.

2 NAHEMS, p. 9 et 10, Shearer, 2013, p. 1.

3 AUSVETPLAN, p. /, AVMA, 2017, p. 30.

4 AVMA, 2017, p. 25. Galwin, 2005, p. 714.

5 AVMA, 2017, p. 27.

6 NAHEMS, p. 15 et p. 25, AVMA 2017, p. 5, 6, 9, 22, 23 et 31, Berg, p. 1054.

2.2 Liés à la méthode

- le respect de la protection animale c'est-à-dire, la rapidité et la qualité de la perte de conscience, avec le moins de douleur et de stress, la fiabilité et irréversibilité de la méthode. Ce critère est en relation avec la conformité réglementaire de la méthode utilisée. Certaines méthodes sont reconnues comme valides par le RE 1099/2009. Toutefois, ce même règlement prévoit des dérogations à cette disposition réglementaire dans son article 18, alinéa 3 :

«3. Aux fins du présent article et dans des situations exceptionnelles, l'autorité compétente peut accorder des dérogations à une ou plusieurs dispositions du présent règlement lorsqu'elle estime que le respect des dispositions est susceptible d'avoir une incidence sur la santé humaine ou de ralentir sensiblement le processus d'éradication d'une maladie.»

Selon le guide de l'AVMA (American Veterinary Medical Association), une certaine flexibilité dans l'usage des méthodes est encouragée, notamment pour faire face à des dangers sanitaires à évolution rapide et ne pouvant pas être contrôlés par les méthodes recommandées et acceptables.⁷ Ces mesures exceptionnelles doivent cependant être prises au cas par cas et de façon étayée, et comme un ultime recours, comme par exemple l'arrêt de la ventilation du bâtiment pour la mise à mort des volailles ;

- la nécessité d'un équipement spécialisé ;
- la capacité à maintenir cet équipement en bon état de fonctionnement ;
- la nécessité de contention ou non des animaux ;
- la manipulation des animaux après mise à mort ;
- la disponibilité de la méthode ;
- la rapidité de mise en œuvre en lien avec la pathogénie et la virulence de la maladie en cause ;
- la nécessité d'expertise technique ou d'une compétence spéciale ou non pour utiliser la méthode ;
- la sécurité des personnes, qu'elle soit liée à la méthode ou au risque de zoonose ;
- le nombre de personnes nécessaire pour sa mise en œuvre ;
- la biosécurité c'est-à-dire le risque de diffusion de la maladie ;
- le coût financier de la méthode utilisée ;
- la contamination ou la destruction du lieu d'un éventuel prélèvement.

2.3 Selon des critères externes

- Le risque médiatique : les effets négatifs psychologiques de la méthode utilisée, l'acceptation par le public et le personnel. L'apparition d'une maladie animale contagieuse et sa gestion attire l'attention des media. Il est donc nécessaire d'avoir une communication adaptée au public au travers d'experts en protection animale et en communication sur la nécessité de procéder aux opérations de dépeuplement. La perception du respect des règles de protection animale lors de ces opérations est cruciale pour maintenir la confiance du public dans ces opérations ;⁸
- Le risque pour l'environnement de la méthode utilisée ;
- Les conditions météorologiques.

⁷ AVMA 2017, p. 19.

⁸ NAHEMS, p. 10, AVMA 2017, p. 36.

Dans cette étude, les critères suivants sont retenus comme les plus pertinents dans l'élaboration du tableau synthétique :

- s'agit-il d'une méthode individuelle ou collective ?;
- la conformité au règlement européen 1099/2009 sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort ;
- la nécessité d'une contention individuelle ;
- la manipulation individuelle des animaux après leur mise à mort ;
- la rapidité de mise en œuvre ;
- la capacité par unité de travail de mise à mort (soit le nombre d'animaux mis à mort par heure ou par jour par une équipe) ;
- la nécessité d'un niveau de compétence expertise technique, d'une compétence spécifique (par exemple : diplôme vétérinaire) ;
- le niveau de biosécurité ;
- la sécurité des personnes ;
- le nombre de personnes nécessaires pour une unité de travail de mise à mort ;
- le risque médiatique ;
- le risque environnemental ;
- la disponibilité de la méthode en France, dans d'autres pays de l'Union Européenne.

3. Présentation des différentes méthodes de dépeuplement

Les méthodes de dépeuplement en élevage sont ici classées en fonction de leur type (mécanique, électrique, chimique, gazeuse, asphyxie) et présentées de façon générale. Les méthodes de mise à mort utilisées en complément d'un étourdissement sont également abordées.

3.1 Méthodes mécaniques

Cela correspond à l'usage des armes à feu, des dispositifs à tige perforante (ex : matador) et de la percussion du crâne réalisée de façon manuelle ou mécanisée.

Ces méthodes ont pour but de créer des lésions irréversibles du cerveau et éventuellement du tronc cérébral aboutissant à une perte de conscience et la mort de l'animal. Elles entraînent donc une perte de conscience immédiate alors qu'il y a un délai pour les méthodes gazeuses.⁹ Ces méthodes nécessitent l'acquisition de compétence et d'expérience pour être utilisées dans les meilleures conditions d'efficacité et de sécurité sur les différentes espèces.¹⁰

3.1.1 Dispositifs à tige perforante

C'est ce qui est désigné sous le terme courant de matador. Dans ce type de matériel, une cartouche de poudre permet l'expulsion d'une tige qui vient perforer le crâne et entraîne une perte de conscience par l'énergie cinétique délivrée et la création directe de lésions du cerveau.¹¹ Une énergie de 200 joules est nécessaire pour étourdir un animal, ce qui donne un point de départ pour le choix du matériel.¹²

⁹ Galvin, p. 715, AVMA 2017, p. 31, NAHEMS, p. 17

¹⁰ NAHEMS, p. 17, 19 et 20.

¹¹ Gibson, 2015, p. 222.

¹² NAHEMS, p. 17.

Cette méthode est utilisable pour abattre des bovins, des ovins, des caprins et des porcins (sauf des nouveaux-nés) seule ou suivie d'une saignée ou d'un jonchage.¹³

Les facteurs affectant l'efficacité de ce matériel sont : ¹⁴

- le choix de la cartouche. Il est nécessaire d'utiliser des cartouches adaptées à l'espèce abattue selon la marque du matériel utilisé ;
- une longueur de tige adaptées à l'espèce abattue ;
- le positionnement du pistolet ;
- l'expérience de l'opérateur ;
- les conditions d'humidité : les cartouches doivent être stockées à l'abri de l'humidité ;
- la régularité de la maintenance. Un entretien régulier est nécessaire. Le défaut d'entretien est la première cause de résultats non satisfaisants. Le matériel doit être entretenu tous les jours d'usage. De plus, il est nécessaire de les nettoyer tous les 500 coups pour éviter une chute de performance se traduisant par une diminution de la vitesse de la tige.¹⁵

Les facteurs mécaniques affectant l'efficacité des matadors ont été étudiés par Gibson et al. (2015). La température du matador s'élève rapidement en cas d'usage répété et après 50 coups consécutifs et il n'est alors plus possible de le tenir à main nue. L'échauffement du pistolet le rend également moins efficace. Ainsi, il convient d'utiliser plusieurs matadors en rotation afin de permettre le refroidissement et la maintenance en cas d'utilisation prolongée de façon à répondre aux exigences réglementaires de bon entretien du matériel.¹⁶ Il est recommandé de changer de matériel toutes les 20 utilisations.¹⁷

Il convient de vérifier que la tige soit rétractée dans le dispositif entre chaque coup. La tige peut être replacée en appuyant le pistolet sur une planche de bois.¹⁸

Il est nécessaire de prévoir un pistolet de secours en cas de défaillance du matériel.¹⁹

Avantages : ²⁰

- c'est un matériel couramment utilisé en abattoir et donc facilement disponible ;
- Il n'y a pas de restriction d'usage comme avec les armes à feu ;
- les opérateurs sont plus en sécurité qu'avec les armes à feu ;
- plusieurs opérateurs peuvent œuvrer dans la même zone ;
- ils sont faciles d'emploi.

Inconvénients : ²¹

- le positionnement doit être précis, ce qui nécessite une contention de la tête de l'animal pour une bonne efficacité ;
- la sécurité des opérateurs peut être mise en danger par les mouvements de l'animal après assommage ;
- la biosécurité peut être compromise par l'effusion de sang ;

13 Galvin, p. 716.

14 Galvin, p. 716, Shearer, 2018, p. 6, NAHEMS, p. 18 et 20, AUSVETPLAN, p. 17, AVMA, 2017, p. 129, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 17, Gibson, 2015, p. 223.

15 Qui doit être d'au moins 45 m/s pour les ovins et 55 m/s pour les bovins (Gibson, 2015)

16 Gibson, 2015, p. 230, 235 et 236.

17 AVMA, 2017, p. 129.

18 Gibson, 2015, p. 236.

19 AUSVETPLAN, p. 17, Galvin, p. 716.

20 AUSVETPLAN, p. 17.

21 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 17, Burton, 2011, p.2, NAHEMS, p. 17, AUSVETPLAN, p. 18, Galvin, p. 716, AVMA, 2017, p. 129, Shearer, 2013, p. 4, Shearer, 2018, p. 6.

- les matériels à tige perforante ou non perforante traditionnellement utilisés ne font qu'étourdir l'animal et nécessitent donc une autre intervention pour mettre à mort : le jonchage, l'injection létale, ou la saignée. Certains matériels plus récents délivrent suffisamment d'énergie et ont une tige assez longue pour permettre une mise à mort sans autre intervention ;²²
- la méthode est lente et peu adaptée à de grands effectifs.

Si possible, l'emploi de 2 personnes utilisant 2 dispositifs à tige perforante est préférable, car l'un des opérateurs recharge le pistolet quand l'autre assomme.²³ Par ailleurs, il faut également prévoir une autre personne pour le contrôle de la perte de conscience et la mise à mort avec l'une des méthodes évoquées précédemment.²⁴

3.1.2 Armes à feu

Il est possible d'utiliser des armes de poing, des carabines ou des fusils de chasse.

Cette méthode peut être utilisée pour les bovins, les moutons, les chèvres, les porcs et les oiseaux.²⁵ (voir les chapitres relatifs à ces espèces pour plus de détails).

De façon générale, pour les Mammifères, le tir doit viser le front et être orienté en direction du haut du cou, dans le prolongement de la ligne des vertèbres, ce qui entraîne des lésions irréversibles du tronc cérébral et du cerveau et donc une mort immédiate.²⁶

Le canon doit alors être placé à une distance de 60 à 90 cm de la tête. Il ne doit jamais être placé contre le crâne pour des questions de sécurité (risque d'explosion de l'arme).²⁷

L'usage de munitions à expansion ou fractionnées (balles à pointe creuse, chevrotines) est préférable, car cela augmente les lésions du cerveau et évite que le projectile sorte de la tête, ce qui minimise la mise en danger du personnel par ricochet. Il ne faut pas utiliser de balles pleines, car elles traversent les corps et sont susceptibles de blesser les personnes par ricochet.²⁸

Il faut une certaine énergie pour qu'une arme utilisant des projectiles à expansion entraîne une pénétration dans le crâne et un effet létal.²⁹ Un tableau du guide NAHEMS donne les types et calibres utilisables pour l'euthanasie des animaux.

Les guides consultés fournissent des données pour des tirs à bout portant (l'animal est contenu et l'arme est à proximité du crâne). Le guide AUSVETPLAN donne des indications sur l'énergie délivrée par les différentes munitions.³⁰

Avantages :³¹

- cette méthode permet une mise à mort rapide et efficace, sans nécessiter une autre étape, ni de contention, ce qui est un avantage pour les animaux en élevage extensif ou sauvages ;

22 NAHEMS p. 17.

23 Burton, 2001, p. 2.

24 AVMA, 2017, p. 129.

25 Galvin, p. 716.

26 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 12.

27 Shearer, 2013, p. 3.

28 Galvin, p. 715, Shearer, p. 3, NAHEMS, p. 18, AUSVETPLAN, p. 16.s

29 Le guide NAHEMS, p. 19 donne les éléments suivants :

- pour des animaux jusqu'à 400 livres (pounds), il faut 300 ft lbs. Rq : muzzle energy = l'énergie d'un projectile à la sortie du canon. Voir le site https://en.wikipedia.org/wiki/Muzzle_energy

- pour des animaux de plus de 400 livres, il faut au moins 1000 ft lbs.

- pour des animaux adultes (taureaux, béliers, porcs, bisons), des projectiles prévus pour avoir de forte pénétration à travers des tissus épais et denses peuvent être utilisés.

Le guide AUSVETPLAN, p. 41 indique que, pour un tir à faible distance, une énergie minimale de 150 J est nécessaire pour de jeunes animaux (jusqu'à des cochons de 25 kg), pour les animaux de 100 kg, il faut 200 J, les animaux de plus de 100 kg nécessite une énergie de plus de 500 J.

30 AUSVETPLAN, p. 42, NAHEMS, p. 18.

31 Baker, 1995, p. 165, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 12, AUSVETPLAN, p. 16, Galvin, p. 715,

- pour un tir précis, les animaux doivent cependant être immobiles et dans une position adéquate ;
- le contact entre les opérateurs et les animaux sont minimisés, ce qui réduit le risque de transmission de maladie ;
- le tir à distance est possible ;
- les animaux domestiques ne sont pas effrayés et ne fuient pas du fait des coups de feu ;
- une seule personne est nécessaire pour la mise à mort des animaux ;
- cette méthode est conforme au RE 1099/2009.

Inconvénients :³²

- il peut y avoir mise en danger des hommes et des animaux dans l'environnement proche. Le risque principal est la blessure d'une personne par ricochet. Les personnes ne réalisant pas le tir doivent se placer derrière le tireur ;
- l'émission de sang par la plaie et par les voies nasales pose un problème de biosécurité ;
- cette méthode peut être limitée à certaines personnes pour des raisons légales ;
- les personnes doivent être compétentes et habilitées pour les tirs ;
- cette méthode peut gêner le diagnostic (prélèvement de l'encéphale).

Il est nécessaire de porter des équipements de protection (yeux, oreilles). Le stress des animaux peut être réduit par l'utilisation de silencieux.³³ Il est nécessaire de respecter de strictes mesures de sécurité en cas d'utilisation des armes à feu : il convient de prévoir la présence d'un agent responsable de la sécurité et d'une équipe médicale. Ceci doit se faire en coordination avec les forces de l'ordre.

3.1.3 Percussion du crâne

3.1.3.1 Percussion manuelle de la boîte crânienne

Cette méthode est principalement utilisée pour euthanasier des nouveaux-nés avec des os crâniens peu développés.

Elle est acceptée sous condition par l'AVMA pour les porcelets de moins de 3 semaines ou pour des agneaux, chevreaux, porcelets de moins de 5 kg. Le règlement européen 1099/2009 limite cette méthode aux petits ruminants, porcs et volailles de moins de 5 kg et l'autorise pour 70 animaux par personne et par jour maximum. Elle n'est donc pas autorisée chez les veaux.³⁴

Il faut appliquer un coup sec au milieu du crâne ou en arrière de la tête, l'animal étant suspendu par ses pattes arrières. Dans ce cas, la mort survient rapidement.³⁵ Cette méthode nécessite du savoir-faire, une certaine force physique et de la détermination. Elle n'est pas totalement acceptable pour des raisons morales et d'acceptation par les opérateurs.³⁶

Pour ces raisons, ce n'est pas une méthode recommandée pour l'euthanasie de masse et elle doit être utilisée en dernier ressort ou comme méthode complémentaire.³⁷

Avantages :

- la perte de conscience est immédiate si le coup est bien porté ;

³² Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 12, 15, Galvin, p. 715, NAHEMS, p. 20, 716, Shearer, 2013, p. 3, 7.

³³ NAHEMS, p. 18.

³⁴ NAHEMS, p. 20 et 21, AUSVETPLAN, p. 19, Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.21, RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre II, Point 3.

³⁵ NAHEMS, p. 21 et Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.21,

³⁶ NAHEMS, page 21.

³⁷ NAHEMS, p. 21, Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.22.

Inconvénients : ³⁸

- cette méthode entraîne une fatigue des opérateurs ;
- le geste (point d'impact et force appliquée) est difficilement répétable ;
- la biosécurité peut être compromise ;
- l'animal doit être contenu.

3.1.3.2 Percussion au moyen de dispositif à tige non perforante

L'utilisation d'un dispositif à tige non perforante est un moyen mécanisé de pratiquer un coup sur le crâne et permet une meilleure fiabilité.³⁹ L'extrémité de la tige est conçue pour entraîner une percussion du crâne. Chez les oiseaux, cela entraîne une perte de conscience et la mort alors que chez les Mammifères, il est nécessaire d'utiliser un moyen de mise à mort pour entraîner la mort de l'animal.⁴⁰ Certains guides ne considèrent pas l'usage de dispositif à tige non perforante comme une méthode suffisante d'euthanasie pour le bétail, en particulier lors d'usage dans les conditions de terrain avec un degré variable de perte de conscience.⁴¹

3.2 Utilisation de l'électricité

Quelle que soit l'espèce, l'étourdissement simple et réversible est obtenu après application du courant au moyen d'électrodes appliquées de chaque côté de la tête. L'application d'un courant électrique sur les animaux permet d'obtenir un étourdissement des animaux et une mise à mort en un temps ou en deux temps.

3.2.1 En un temps

L'application unique est efficace chez les petits ruminants, les veaux, les porcs et les volailles . Le courant est appliqué à la fois à la tête et aux pattes ou sur le dos et parcourt le corps, entraînant une fibrillation et un arrêt cardiaque. Ces méthodes sont appliquées concrètement pour la mise à mort automatisée des porcs et des volailles, par l'application d'un courant simultanément à la tête et au corps et l'électronarcose à bain d'eau, respectivement dans ces deux espèces. ^{42 43}

3.2.2 En deux temps

L'application en deux temps consiste en l'application des électrodes au niveau des tempes dans un premier temps pour étourdir l'animal puis au niveau du corps de façon à ce que le courant traverse le cœur et provoque la mort de l'animal par fibrillation cardiaque.⁴⁴ Il est important de s'assurer que l'étourdissement précède bien ou est simultané de la fibrillation cardiaque.⁴⁵

La fibrillation cardiaque est entraînée par l'application de courant de faible fréquence, soit 50 Hz. Ce paramètre est particulièrement important. Le courant généré doit être de 50 Hz avec un minimum de 250 V et appliqué pendant 3 secondes au niveau de la tête et autant au niveau du thorax. ⁴⁶

³⁸ Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.22 et 23.

³⁹ NAHEMS, p. 20.

⁴⁰ Galvin, p. 716, NAHEMS, p. 20.

⁴¹ Shearer, 2013, p. 4.

⁴² Galvin, p. 717, NAHEMS, p. 21 et 22.

⁴³ La fibrillation ventriculaire peut ne pas persister après l'application du courant chez les porcs de moins de 5 kg (Galvin, page 717).

⁴⁴ Galvin, p. 717, NAHEMS, p. 21.

⁴⁵ NAHEMS, p. 21.

⁴⁶ Galvin, p. 717, Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.18.

Le guide On-farm killing for disease control purposes de l'Humane Slaughter Association indique pour les différentes espèces l'intensité du courant à appliquer pour étourdir et mettre à mort.

Il est important de s'assurer d'une bonne circulation du courant par un bon contact entre les électrodes et le corps. Celle-ci peut être améliorée en mouillant l'animal.⁴⁷ Les électrodes doivent également être entretenues et nettoyées.⁴⁸

Les animaux doivent être contenus ou au minimum debout dans un enclos. Deux personnes sont nécessaires : une pour appliquer les électrodes au niveau de la tête et une deuxième pour bien positionner l'animal pour l'application au niveau du corps.⁴⁹

Cette méthode peut être dangereuse pour le personnel, du fait d'une part des mouvements des animaux pendant et après application du courant et d'autre part lors d'utilisation en atmosphère humide. Il convient donc d'être protégé des chocs électriques (bottes et gants de caoutchouc).⁵⁰

Le matériel utilisé actuellement en France (pinces Norman) doit être régulièrement vérifié (tous les 3 ans sans utilisation ou tous les ans s'il est utilisé) par un organisme agréé (ex : APAVE). Il ne doit être utilisé que par du personnel habilité, en accord avec le décret n° 88-1056 du 14/11/1988 en application des dispositions du livre II du code du travail).⁵¹

Avantages et inconvénients de l'utilisation de l'électricité

Avantages :

- la biosécurité est améliorée, car il n'y a pas d'émission de fluides corporels ;
- le diagnostic est possible s'il est nécessaire de prélever l'encéphale ;
- cette méthode est plus sûre pour les opérateurs, car il y a moins de convulsions qu'avec les méthodes mécaniques ;
- elle peut être mécanisée ou automatisée.

Inconvénients :

- il est nécessaire de disposer d'une bonne source d'électricité ;
- cette méthode peut présenter un danger pour les personnes lors de l'application en deux temps ;
- la méthode en deux temps est physiquement exigeante, car elle nécessite une application à chaque animal
- il est nécessaire d'avoir une habilitation et une qualification pour son usage.

3.3 Utilisation de produits administrés par voie orale

Les substances utilisées sont des poisons et des anesthésiques.⁵² Cette méthode est utilisée pour les volailles ⁵³ et les sangliers ⁵⁴. L'alphachloralose permet d'obtenir une narcose des volailles (voir le chapitre dédié à ces espèces). Son utilisation nécessite l'application d'une méthode complémentaire de mise à mort. Des appâts à base de nitrites ont été développés pour le contrôle des populations de sangliers aux États-Unis et en Australie (voir le chapitre consacré aux méthodes de dépeuplement des élevages de porcs).

47 Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.19.

48 Galvin, p. 717.

49 Galvin, p. 717, Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.19.

50 Galvin, p. 717, NAHEMS, p. 22.

51 Note de service DGAL/SDSPA /N2006-8105 du 02/05/2006.

52 AUSVETPLAN, p. 22.

53 Galvin, p. 720.

54 Australian Government, 2010, Lapidge, 2012.

De nombreux autres produits toxiques peuvent être utilisés, dont les organophosphorés et les fluoroacétates. L'usage de telles substances pose cependant des problèmes de protection animale et environnementaux. Aussi, leur usage n'est-il pas recommandé.⁵⁵

3.4 Utilisation de gaz

La mise à mort des animaux par l'utilisation de gaz se fait par deux modes d'action qui peuvent être utilisés de concert : l'intoxication (CO₂, monoxyde de carbone) et l'asphyxie (gaz inertes). L'exposition des animaux au gaz utilisés se fait dans des chambres ou caissons ou directement dans le bâtiment. Les caissons doivent permettre le maintien d'une concentration suffisante de gaz. Il est nécessaire de ne pas charger excessivement le caisson afin d'éviter les étouffements.⁵⁶

Quel que soit le gaz utilisé, la mort se fait sans effusion de fluides corporels, en particulier de sang, il n'y a donc pas de risque concernant la biosécurité.⁵⁷

Des équipements de sécurité doivent être prévus pour le personnel (masque à oxygène), en particulier si les opérations ont lieu dans des locaux fermés.⁵⁸

3.4.1 Mélange de CO₂ et d'air

C'est la méthode de gazage la plus utilisée.

Le CO₂ entraîne une acidose métabolique, ce qui diminue le pH du liquide céphalorachidien et induit une perte de conscience à partir d'une concentration de 30 % et la mort des animaux dès 70 %.⁵⁹ À des concentrations de plus de 30 %, le CO₂ entraîne une perte de conscience et une mort à partir de 70 % si les animaux sont exposés plus de 3 minutes. Le flux optimal de gaz carbonique est de 20 % du volume du caisson par minute.⁶⁰ Le dioxyde de carbone est aversif à partir d'une teneur supérieure à 30 % et pose donc des problèmes de protection animale.⁶¹

Le CO₂ est facilement transportable en grande quantité sous forme liquide. Ce gaz est très froid lors de l'administration à partir d'une source liquide et des précautions doivent être prises pour ne pas congeler les animaux lors de la détente du gaz, le contact avec le CO₂ solide se faisant à une température de - 78,5 °C.⁶²

Si le CO₂ en cuve n'est pas disponible, il est possible d'utiliser de la neige carbonique au fond du container à la condition de ne pas placer les animaux au contact direct de la neige. Cette dernière méthode n'est toutefois utilisable que pour de petits effectifs.⁶³

Comme ce gaz est plus lourd que l'air, cette propriété est particulièrement pratique lors du gazage des bâtiments de volailles, car il reste au niveau des animaux. Toutefois, dans ces conditions, les quantités utilisées font que son usage est très coûteux et la mise à mort des animaux n'est pas forcément correctement réalisée.⁶⁴

L'utilisation du CO₂ est potentiellement dangereux : tout personnel stationnant à proximité de l'unité doit porter un détecteur de CO₂, effectuer des rotations afin d'éviter une exposition prolongée.⁶⁵

55 Galvin, p. 720.

56 Galvin, p. 718.

57 Humane Slaughter Association, On-farm killing for disease control, p.31.

58 NAHEMS, p. 24.

59 Galvin, p. 718.

60 AUSVETPLAN, p. 19.

61 Galvin, p. 718.

62 NAHEMS, p. 24 et 25.

63 AVMA, 2017, p. 206, AUSVETPLAN, p. 20.

64 NAHEMS, p. 24.

65 AUSVETPLAN, p. 49, Benson, Depopulation methods, dia 26 (CO₂ inférieur à 5000 ppm et O₂ supérieur à 19,5 %)

Avantages :

- c'est une méthode collective et donc rapide ;
- la biosécurité est optimale ;
- une seule personne est nécessaire pour les opérations de mise à mort.

Inconvénients :

- elle peut poser des problèmes de protection animale du fait de l'aversion ;
- elle nécessite du matériel spécifique ;
- il peut y avoir un danger pour le personnel ;
- il est nécessaire de manipuler les animaux avant la mise à mort (conduite des animaux, dans le cas du porc, ramassage dans le cas des volailles).

3.4.2 Mélanges de CO₂ et de gaz inertes (azote, argon)

L'inhalation de tels mélanges entraîne une hypoxie, une hypercapnie et la mort quand la teneur en oxygène est inférieure à 2 %. Le CO₂ n'est pas aversif pour les porcs et les volailles jusqu'à des teneurs de 30 % en volume. De plus, la perte de conscience est plus rapide qu'avec le CO₂ utilisé seul.^{66 67}

3.4.3 Gaz inertes : azote, xénon, krypton, argon

Cette méthode entraîne une perte de conscience et la mort par hypoxie lorsque l'oxygène restant est inférieur à 2 % et que l'exposition est supérieure à 3 minutes.⁶⁸ Cette méthode n'est pas considérée comme aversive sur les volailles et les porcs. Par contre, le temps d'exposition pour obtenir une mise à mort peut être considérable.⁶⁹ Le manque de disponibilité en grande quantité de ces gaz hormis l'azote en interdit l'usage en pratique pour la mise à mort des animaux.⁷⁰ L'AVMA recommande que les animaux soient préalablement anesthésiés avant l'usage d'azote ou d'argon et considère cette méthode comme acceptable sous conditions.⁷¹

3.4.4 Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone agit par intoxication en se combinant à l'hémoglobine pour former de la carboxyhémoglobine qui ne permet plus le transport de l'oxygène. Les animaux doivent être exposés à au moins 1 % à 1,5 % de CO en volume.⁷² Son utilisation ne doit se faire qu'à partir d'une source industrielle. L'utilisation de gaz d'échappement n'est pas acceptable.⁷³

La répartition du monoxyde de carbone n'est pas toujours régulière. Par conséquent, cette méthode n'est pas recommandée pour l'euthanasie à large échelle.⁷⁴

Du fait de sa forte toxicité pour les opérateurs, l'utilisation de monoxyde de carbone doit faire l'objet d'une étude de risque approfondie, voire ne doit pas être recommandée.⁷⁵

66 Galvin, p. 718 et 719.

67 Pour rappel, l'atmosphère normale est composée de 78 % d'azote, 21 % d'oxygène, et 1 % de dioxyde de carbone.

68 L'exposition des volailles pendant moins de 3 minutes entraîne un simple étourdissement.

69 Art. 7.6.14 et 7.6.17 du code sanitaire pour les animaux terrestres.

70 Galvin, p. 719.

71 NAHEMS, p. 24.

72 Galvin, p. 719. Le RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre II, point 9 préconise une concentration d'au moins 4 % de monoxyde de carbone en volume.

73 AUSVETPLAN, p. 21 et RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre II, point 9.

74 AVMA, 2017, p. 205, NAHEMS, p. 23.

75 AVMA, 2017, p. 205, Berg, p. 1058, Galvin, p. 719, AUSVETPLAN, p. 21.

3.4.5 Autres gaz

Les gaz (halothane, enflurane, isoflurane et méthoxyflurane) utilisés en anesthésie ne sont pas utilisables en pratique à cause de leur coût.⁷⁶

L'utilisation du cyanure d'hydrogène et du bromure de méthyl sont des méthodes très efficaces pour la mise à mort des volailles. Toutefois, ces gaz posent des problèmes de sécurité pour les opérateurs et ne peuvent donc pas être recommandés.⁷⁷

3.5 Méthodes provoquant l'anoxie des animaux

C'est le cas de l'utilisation des mousses à base d'eau chez les volailles (voir la description détaillée de cette méthode dans la partie consacrée à la mise à mort des volailles).

L'utilisation du vide ou décompression n'est pas considérée comme une méthode acceptable.⁷⁸

Par contre, c'est une méthode développée et autorisée aux États-Unis pour l'abattage des volailles, avec le système Low Atmospheric Pressure System.⁷⁹

La mise à mort par noyade n'est pas une méthode acceptable d'euthanasie.⁸⁰

L'asphyxie de volailles en sac étanche après anesthésie à l'alphachloralose est parfois utilisée.⁸¹

Cette dernière méthode peut être conforme au RE 1099/2009 par dérogation.⁸²

3.6 Méthodes complémentaires de mise à mort

La plupart des méthodes utilisées n'entraînent pas nécessairement une mise à mort rapide après la perte de conscience. Par conséquent, il est parfois nécessaire d'utiliser une méthode complémentaire.⁸³

3.6.1 Décapitation

Ce procédé n'est envisageable que pour les volailles préalablement rendues inconscientes en utilisant une guillotine ou un couteau. La saignée qui en découle pose des problèmes de biosécurité. Cette méthode pose des problèmes d'acceptabilité et peut générer du stress pour les opérateurs.⁸⁴

3.6.2 Jonchage

Cette méthode est utilisable sur des animaux qui ont été rendus inconscients au moyen d'un pistolet d'abattage à tige perforante de façon à avoir un accès à l'encéphale. Il s'agit de détruire le tissu cérébral et la partie supérieure de la moëlle épinière au moyen d'une tige introduite par le trou de pénétration de la tige du pistolet.⁸⁵ La tige est poussée à travers l'encéphale dans le canal médullaire par le foramen magnum. L'opérateur mobilise la tige par des mouvements de va-et-vient pour augmenter la destruction des tissus cérébraux.⁸⁶ Sa mise en œuvre peut être

76 AUSVETPLAN, p. 20.

77 AVMA, 2017, p. 205, Berg, p. 1059, AUSVETPLAN p. 20 et 21.

78 RE 1099/2009, AUSVETPLAN, p. 18.

79 Voir le site <http://www.technocatch.com/laps>

80 AUSVETPLAN, p. 19.

81 NS DGAL/SDSPA/N2006-8105 du 02/05/2006. Il est nécessaire d'attendre 30 minutes pour la mise à mort des volailles.

82 Gerbier, 2017.

83 Galvin, p. 720.

84 Idem.

85 AUSVETPLAN, p. 22, Galvin, p. 720.

86 Appelt, p. 532, AUSVETPLAN, p. 23, Shearer, 2018, p. 7, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 15.

retardée du fait des convulsions consécutives à l'étourdissement.⁸⁷ Le jonchage produit une mort immédiate et efficace.⁸⁸



Illustration 1 : Jonchage d'un bovin (Appelt, Sperry, 2007)

Cette méthode est préférable à la saignée pour des raisons de biosécurité.⁸⁹ La contamination de la zone de travail peut survenir⁹⁰, ce qui peut être résolu en utilisant des tiges à usage unique en les laissant en place⁹¹, ce qui est préférable⁹².

Le jonchage entraîne des mouvements involontaires violents des membres. Il convient donc d'adopter des mesures de sécurité en se positionnant du côté du dos de l'animal.⁹³ Cela présente également un risque médiatique si les opérations de dépeuplement venaient à être filmées.⁹⁴

L'appendix 3 de l'AUSVETPLAN page 44 donne beaucoup de détails et un mode opératoire normalisé sur l'assommage complété par un jonchage.

Avantages :

- la mort est rapide

Inconvénients :

- le jonchage ne peut être utilisé qu'après l'usage d'un dispositif à tige perforante ;
- la sécurité des personnes peut être compromise du fait des convulsions ;
- la biosécurité n'est pas optimale.

3.6.3 Saignée

Elle induit une ischémie cérébrale et une mort rapide. Elle peut être utilisée après des méthodes d'étourdissement qui ne permettent pas le jonchage (électronarcose, utilisation de gaz, percussion de la boîte crânienne, utilisation de produit anesthésique).⁹⁵

87 Galvin, p.720.

88 Appelt, p. 532, Galvin, p. 720.

89 AUSVETPLAN, p. 23.

90 Galvin, p.720.

91 Voir le site pithingrods.com

92 AUSVETPLAN, p. 44.

93 AUSVETPLAN, p. 23.

94 NAHEMS, p. 28.

95 Galvin, p. 720.

Elle peut être réalisée par section des veines jugulaires et des carotides ou du tronc axillaire sous le membre antérieur.⁹⁶

Elle présente l'inconvénient de répandre du sang en quantité qui peut être source de contagion et de rendre glissante et dangereuse la zone de travail.⁹⁷

3.6.4 Second tir à l'arme à feu

Ce peut être une méthode complémentaire si le premier tir n'a pas donné le résultat escompté.⁹⁸

3.6.5 Utilisation de produits euthanasiants

Cette méthode ne peut être réalisée que par un vétérinaire. Elle est utilisable pour toutes les espèces (bovins, ovins, caprins, porcins, volailles) au moyen de produits ayant une AMM.⁹⁹ L'injection de produits non prévus pour l'euthanasie des animaux n'est pas une méthode acceptable.¹⁰⁰

L'euthanasie par voie intraveineuse est à privilégier.¹⁰¹ L'injection intracardiaque ne doit être réalisée qu'après une sédation ou sur des animaux rendus inconscients.¹⁰² L'injection intracérébrale des volailles par voie occipitale a été une méthode appliquée à large échelle lors des épisodes d'IAHP dans le sud-ouest de la France.¹⁰³

La contention des animaux est nécessaire et critique pour la bonne application de la méthode. Une contention chimique peut s'avérer nécessaire (xylazine par exemple chez les bovins).¹⁰⁴

Avantages :

- cette méthode répond pleinement à la définition de l'euthanasie ;
- il y a un risque minimal concernant la biosécurité ;

Inconvénients :¹⁰⁵

- il est nécessaire de réaliser une contention des animaux ;
- il y a un danger potentiel d'injection accidentelle pour les personnes ;
- cette méthode n'est réalisable que par des vétérinaires ;
- elle prend du temps, donc n'est utilisable que pour un faible nombre d'animaux.

Les produits utilisables sont :

- les produits euthanasiques ayant une autorisation de mise sur le marché (AMM) : T61[®], DOLÉTHAL[®], EUTHAZOL[®] ;
- une solution saturée de chlorure de potassium. L'injection de chlorure de potassium en fait un bon euthanasique du fait de l'arrêt cardiaque qu'il induit. La mort survient en 2 minutes environ après une administration en intraveineuse rapide. Cette méthode ne doit être utilisée que sur des animaux préalablement rendus inconscients.¹⁰⁶ Ce produit est très peu

96 Shearer, 2013, p. 9, AUSVETPLAN, p. 23.

97 AUSVETPLAN, p. 23, Berg, p. 1055.

98 Shearer, 2018, p. 7.

99 Galvin, p. 719.

100 Shearer, 2013, p. 11.

101 AUSTVETPLAN, p. 23, NAHEMS, p. 22,

102 Galvin, p. 719.

103 DDCSPP du Gers, DDCSPP des Landes.

104 NAHEMS, p. 23, AUSVETPLAN, p. 21.

105 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 23.

106 Shearer, 2013, p. 10, Standard Procedures for Euthanasia Using Saturated Potassium Chloride (KCl) Solution.

- coûteux et facile à préparer.¹⁰⁷ La dose préconisée est de 120 ml de solution saturée pour un bovin ¹⁰⁸ ou de 7,2 g /100 kg de poids vif en intraveineuse ¹⁰⁹ ;
- une solution de sulfate ou de chlorure de magnésium. Ces deux substances vont bloquer la jonction neuromusculaire et n'entraînent pas une mort aussi rapide que le chlorure de potassium.¹¹⁰

4. Contrôle de la bonne réalisation de l'étourdissement et de la mise à mort

La confirmation de la perte de sensibilité et de la mort est un point important lors de l'abattage total d'un élevage. La perte de conscience doit être évaluée pour chaque animal ou sur un échantillon par l'observation de critères. Le personnel doit donc être entraîné à la reconnaissance des signes de conscience et de confirmation de la mort des animaux.¹¹¹

Chez les Mammifères, l'observation d'au moins deux des signes suivants indique que l'animal a été correctement étourdi ¹¹²:

- la chute de l'animal ;
- l'absence de tentative de relever ;
- une rigidité musculaire (contractions toniques) juste après l'étourdissement, suivie de mouvements involontaires des membres. Ces mouvements involontaires peuvent être interprétés de manière erronée comme des signes de conscience par des personnes non formées ;
- l'arrêt de la respiration rythmique ;
- les yeux restent ouverts et fixes ;
- l'absence de réflexes oculaires (clignement à la menace et cornéen).

Pour les volailles, les critères sont l'absence :¹¹³

- de mouvements respiratoires ;
- de battement d'ailes ;
- de vocalisations ;
- de tentative de relever ;
- de réflexe cornéen.

Dans ces espèces, l'observation d'au moins deux des signes précédents permettent d'établir que l'animal est bien étourdi.

Pour les Mammifères, quelle que soit la méthode utilisée, il faut vérifier la mort des animaux par les observations suivantes :¹¹⁴

107 Le document Standard Procedures of Euthanasia Using saturated potassium chloride en donne la recette : 130 g / litre d'eau déminéralisée ou du robinet. Un précipité doit être présent après avoir bien mélangé la solution. S'il n'est pas présent, ajouter 50 g de KCl de plus. Selon Euthanasia of Cattle: Practical Considerations and Application, page 6, Une telle solution peut être préparée en dissolvant 342 g de Kcl dans 1 litre d'eau à 20°C.

108 Shearer, 2013, p. 10.

109 Guide NAHEMS.

110 Shearer, 2018, p. 7.

111 AUSVETPLAN, p. 9, AVMA, 2017, p. 22 et 124, NAHEMS, p. 17.

112 Shearer, 2013, p. 4 et 5, NAHEMS, p. 19 et 20, DGAL, formation à la protection animale en abattoir de volailles, 2016.

113 DGAL, formation à la protection animale en abattoir de volailles, 2016.

114 AUSVETPLAN, p. 15, Burton, p. 4, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 11, NAHEMS, p. 20, Shearer, 2013, p. 11.

- l'absence de battements cardiaques (utilisation d'un stéthoscope ou par le toucher) ;
- l'absence de respiration (présence possible de mouvements respiratoires erratiques) ;
- les muqueuses et la langue sont gris-bleues ;
- l'absence de réflexe cornéen (ou de réflexe à la menace) ;
- les yeux sont fixes ;
- il y a une absence de tentative de relever de l'animal ;
- l'absence de vocalisations ;
- absence de réponse à un stimulus douloureux.

La mort est confirmée après au moins 5 minutes d'observation de l'absence de mouvements respiratoires et de battements cardiaques.¹¹⁵

Pour les volailles, il convient d'observer après le même délai deux critères parmi ceux utilisés pour évaluer la perte de conscience, en incluant systématiquement la vérification de l'absence de mouvements respiratoires et si possible l'absence de battements cardiaques si l'on dispose d'un stéthoscope.

L'absence de ces signes servent de critères pour évaluer la perte de conscience et la mort des animaux dans la partie «évaluation de l'efficacité de la méthode utilisée» dans les modes opératoires normalisés proposés en fin de document.

5. Dépeuplement des élevages de bovins

Les principales méthodes d'abattage des bovins sont :

- l'usage de dispositif à tige perforante, suivi d'un jonchage ou d'une injection létale ;
- l'utilisation d'armes à feu ;
- l'injection d'euthanasique ;

5.1 Méthodes mécaniques

5.1.1 Dispositif à tige perforante

5.1.1.1 Positionnement du pistolet

Le dispositif à tige perforante doit être positionné à l'intersection de 2 lignes joignant la base des cornes ou la partie supérieure de la base des oreilles et le canthus latéral des yeux.¹¹⁶ Il peut être positionné au milieu d'une ligne unissant la base des oreilles¹¹⁷ ou au milieu du front entre deux lignes figurées joignant le chignon et le canthus latéral des yeux¹¹⁸.

Le point d'application peut être indiqué au moyen d'un crayon marqueur.¹¹⁹

Le matador doit être bien appliqué sur le front de l'animal et orienté vers le foramen magnum, soit vers la colonne vertébrale cervicale.¹²⁰ L'assomage occipital («poll shot») avec un tir orienté vers l'avant et vers la base de la langue ou orienté vers le museau est une alternative à l'assomage frontal.¹²¹

¹¹⁵ Shearer, 2013, p. 11.

¹¹⁶ AUSVETPLAN, p. 24, NAHEMS, p. 19, Shearer, 2013, p. 5.

¹¹⁷ AVMA, 2017, p. 130.

¹¹⁸ Shearer, 2018, p. 7.

¹¹⁹ NAHEMS, p. 27.

¹²⁰ NAHEMS, p. 27.

¹²¹ AUSVETPLAN, p. 24, AVMA, 2017, p. 131.

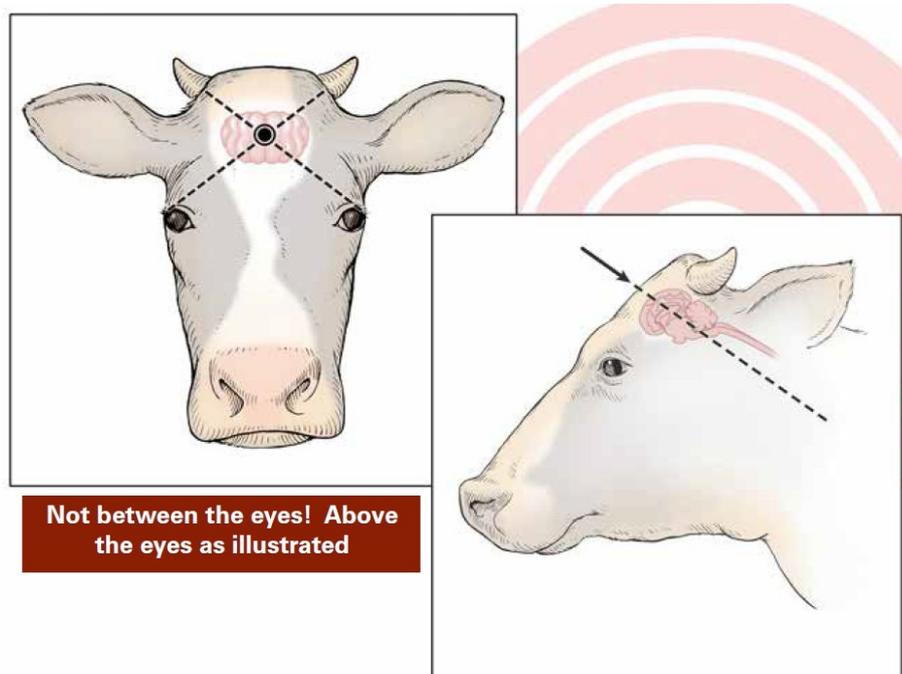


Illustration 2 : Positionnement du dispositif à tige perforante chez les bovins (Shearer, 2013)

5.1.1.2 Efficacité

L'utilisation de dispositif à tige perforante ne peut pas être considérée comme un mode d'euthanasie sans utilisation d'un moyen complémentaire de mise à mort. Une étude réalisée sur 12 animaux a montré qu'environ 1 animal sur 2 montre des signes de retour de conscience lors d'une période d'observation de 10 minutes.¹²² Dans une autre étude, le matériel Cash Euthanizer a été testé et a entraîné la mort sans utilisation de moyen complémentaire de 28 bovins de plus de 2 ans sur 31, de 17 bovins entre 6 et 24 mois sur 19 et de 8 veaux sur 10.¹²³

Malgré de forts pourcentages de succès, il est donc recommandé d'utiliser une méthode de mise à mort tels que la saignée, le jonchage ou l'injection létale.¹²⁴

Ce matériel peut être utilisé sur des veaux avec la charge la plus importante possible suivi d'un jonchage.¹²⁵

Chez le buffle, les dispositifs à tige perforante ne sont pas efficaces, du fait d'une épaisseur de l'os plus importante.¹²⁶

L'usage d'un dispositif doté d'une tige suffisamment longue est généralement fatale, car cela entraîne des lésions plus importantes sans nécessiter de méthode de mise à mort.¹²⁷. Récemment, l'USDA-APHIS a proposé le développement et la validation d'un dispositif à tige perforante pneumatique équipé d'une tige longue (environ 15 cm) avec un jonchage par dépression en option. Cette méthode a été testée sur 87 animaux (de 227 à 500 kg pour l'une des études). Le site d'application est le même que pour d'autres dispositifs de type matador. Les études ont montré que ce matériel est efficace en une seule application, la mort par arrêt cardiaque survenant en 7 à 8 minutes. L'examen post-mortem des lésions engendrées montre que l'essentiel de celles-ci est dû à la tige, le dispositif de jonchage par dépression intégré jouant assez peu. Les points clés pour une bonne efficacité sont une bonne contention de l'animal et un bon

122 Appelt, p. 532.

123 Gilliam, 2014.

124 NAHEMS, p. 28, Shearer, 2018, p. 6.

125 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 22.

126 AUSVETPLAN, p. 26.

127 Shearer : Euthanasia of cattle, an important service for your clients.

positionnement de l'appareil. L'usage d'un tel matériel permet d'éviter l'application d'une méthode de mise à mort en complément de l'étourdissement.¹²⁸

En pratique, lors d'un exercice aux États-Unis, il a été déterminé qu'il faut entre 1 et 3 minutes par bovin.¹²⁹

L'utilisation du dispositif à tige perforante n'est pas adaptée pour des effectifs importants à cause de la nécessité de contention.¹³⁰ Pour les animaux plus difficiles à contenir, il est possible d'utiliser la combinaison suivante : anesthésie-tranquillisation à la xylazine, étourdissement au matador et jonchage avec marquage au crayon des animaux traités.¹³¹

5.1.2 Utilisation des armes à feu

L'usage d'arme à feu pour mettre à mort les animaux nécessite l'utilisation de balles qui vont se fragmenter et ainsi créer des lésions cérébrales de façon à entraîner la mort sans que celles-ci sortent du crâne.¹³²

Les armes doivent être utilisées par des personnes formées et entraînées et des mesures de sécurité strictes doivent être appliquées.¹³³

La capacité estimée est de 300 bovins par tireur et par jour.¹³⁴ Cette méthode n'est cependant pas adaptée pour des abattages en nombre.¹³⁵

Le point visé est identique à celui des dispositifs à tige perforante. Le tir doit entrer à angle droit. Le tireur doit être en position surélevée pour que l'angle correct soit obtenu.¹³⁶ Le positionnement peut entraîner une sortie de la balle par le foramen magnum.¹³⁷

Pour les animaux les plus lourds ou âgés, l'épaisseur du crâne est susceptible de dévier la balle et donc d'entraîner un danger pour le personnel. Il est donc recommandé de viser un point décalé de 1 à 2,5 cm de la ligne médiane.¹³⁸

Le tir doit être effectué à une distance de 5 à 25 cm ou à 1 mètre au maximum de la tête de l'animal. Il ne faut pas placer le canon en contact avec le crâne du fait du risque pour l'opérateur d'explosion de l'arme.¹³⁹

5.1.2.1 Tir au pistolet

Pour les veaux, il est possible d'utiliser des munitions de calibre 22 en visant le front ou juste derrière la crête nuchale en visant vers le museau.¹⁴⁰

Ce n'est pas une munition recommandée pour des bovins plus âgés du fait d'une énergie insuffisante du projectile pour pénétrer le crâne.¹⁴¹

5.1.2.2 Tir à la carabine

Le canon plus long permet de délivrer plus d'énergie au projectile et est donc le meilleur choix à courte distance.¹⁴² Il n'est pas recommandé de tirer à des distances supérieures à quelques mètres. Toutefois, cela est parfois nécessaire, notamment pour des animaux qu'il n'est pas

128 Derscheid, 2016, Shearer, 2018, p. 10.

129 AVMA, 2017, p. 128.

130 Burton, p. 3.

131 AUSVETPLAN, p. 22.

132 Shearer, 2018, p. 4.

133 NAHEMS, p. 28.

134 Burton, p. 2.

135 Shearer, 2018, p. 9.

136 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 13.

137 NAHEMS, p. 19.

138 AUSVETPLAN, p. 24, NAHEMS, p. 28.

139 Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients

140 AUSTVETPLAN, p. 26, Shearer, 2013, p.3.

141 Shearer, 2018, p. 4, Shearer : Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients.

142 Shearer : Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients.

possible d'approcher. En cas de tir à distance, la cible doit être à mi-chemin entre l'œil et la base de l'oreille et en orientant le tir horizontalement. Il ne faut pas viser la région du cou ou la poitrine.¹⁴³ Pour des animaux ne pouvant être rassemblés et inapprochables, il est possible de les tirer par hélicoptère. Dans ce cas, même si l'animal semble mort, il convient de renouveler le tir.¹⁴⁴

Il ne faut utiliser que des munitions de 0.32 magnum à 0.45 magnum. En cas de problème de pénétration des balles (par exemple chez le buffle ou sur les adultes comme les taureaux), il est recommandé d'utiliser des munitions adaptées pour le gros gibier.¹⁴⁵

5.1.2.3 Utilisation de fusil de chasse

Les calibres recommandés pour l'abattage d'animaux adultes sont 20, 16 ou 12.^{146 147} L'utilisation de fusil de chasse de calibre 12 est particulièrement efficace pour les tirs à bout portant et présente un risque moindre de ricochet.¹⁴⁸

L'utilisation de chevrotine à une distance de 3 mètres maximum se comporte comme une munition plus massive concernant la pénétration dans le crâne. La dispersion des projectiles après impact crée des lésions cérébrales majeures qui entraînent une perte de conscience immédiate et une mort rapide et ils ne sont pas susceptibles de traverser le crâne.¹⁴⁹ Les fusils de chasse sont une bonne solution pour l'euthanasie des animaux et doivent être utilisés à une distance de 1 à 2 mètres.¹⁵⁰

5.1.3 Percussion du crâne

Cette méthode peut être utilisée chez les veaux nouveaux-nés en utilisant un marteau de 1,2 kg appliqué sur le haut du crâne.¹⁵¹ Elle n'est toutefois pas autorisée dans l'Union Européenne.

5.2 Utilisation de l'électricité

Ce n'est pas considéré comme une méthode utilisable en pratique avec les techniques actuelles. Un tunnel d'électrocution pourrait être développé pour apporter une solution efficace.¹⁵²

C'est une méthode utilisable chez les veaux de plus d'une semaine.¹⁵³ Pour de gros animaux, le courant appliqué doit être de 250-400 V à 3-5 A à 60 Hz.¹⁵⁴ Le règlement 1099/2009¹⁵⁵ donne les paramètres suivants : 1,25 A pour les moins de 6 mois, 1,28 A pour les 6 mois ou plus.

Le code sanitaire des animaux terrestres de l'OIE préconise les paramètres minimaux suivants pour une utilisation en deux temps sur les veaux : courant minimal de 1,5 A et 220 V min.¹⁵⁶

143 AUSVETPLAN, p. 25, Burton, p. 3, NAHEMS, p. 28.

144 AUSVETPLAN, p. 26.

145 AUSVETPLAN, p. 25 et 26, Burton, p. 2, NAHEMS, p. 28, Shearer : Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients., Shearer, 2018, p. 4.

146 Shearer : Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients

147 Les [calibres](#) de fusil sont, en ordre décroissant de puissance, le [4](#), le [8](#), le [10](#), le [12](#), le [14](#), le [16](#), le [20](#), le [24](#), le [28](#), le [32](#), le [36](#) et le [410](#) (wikipedia)

148 AUSVETPLAN, p. 25.

149 Shearer, 2018, p. 5, Shearer : Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients.

150 Shearer, 2013, p. 3.

151 AUSVETPLAN, p. 26.

152 AVMA, 2017, p. 131, NAHEMS, p. 29.

153 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 21.

154 NAHEMS, p. 22.

155 Annexe I, Chapitre II, point 3 du RE 1099/2009

156 Art. 7.6.10 du code sanitaire pour les animaux terrestres.

5.3 Utilisation d'euthanasiques injectables

Cette méthode n'est pas adaptée à un dépeuplement de masse, car elle nécessite une contention prolongée de chaque animal, des quantités importantes de produit, un savoir-faire et une qualification spécifiquement vétérinaires.¹⁵⁷

L'utilisation d'une cage de contention est une très bonne méthode de contention et améliore la sécurité des personnes. Toutefois, l'extraction des animaux une fois euthanasiés prend du temps. Une bonne solution est également l'utilisation de xylazine en intraveineuse. Les bovins sont alors lâchés dans un parc pour laisser l'anesthésique agir (10-20 mn). Quand les animaux sont couchés, il est alors possible d'administrer l'euthanasique par voie intraveineuse.¹⁵⁸

Il est possible d'utiliser les produits euthanasiques ou une solution saturée de chlorure de potassium. La mort d'un bovin adulte peut être obtenue par l'injection intraveineuse rapide de 120 à 250 ml d'une saturation saturée de KCl. La tranquillisation à la xylazine suivie d'une injection intraveineuse d'une solution saturée de chlorure de potassium ou de sulfate de magnésium n'est pas une solution acceptable, car, la xylazine ne permet pas d'obtenir un état véritable d'anesthésie.¹⁵⁹

5.4 Utilisation de toxiques par voie orale

Ce n'est pas une méthode recommandée par l'AVMA, du fait d'un manque d'efficacité dû à une absorption variable selon les animaux, de risques pour la santé humaine et l'environnement.¹⁶⁰

5.5 Abattage des animaux dans un établissement d'abattage

Cette solution peut être envisagée lorsque les animaux sont considérés comme transportables.¹⁶¹

6. Dépeuplement des élevages de petits ruminants

Dans ces espèces, les méthodes suivantes sont possibles :¹⁶²

- l'usage de dispositif à tige perforante et non perforante ;
- les armes à feu ;
- l'électronarcose ;
- l'utilisation du CO₂ uniquement pour les moutons ;
- l'utilisation d'euthanasiques injectables.

6.1 Méthodes mécaniques

6.1.1 Dispositif à tige perforante

Positionnement du pistolet

¹⁵⁷ AVMA, 2017, p. 131, NAHEMS, p. 29, Shearer, 2018, p. 9.

¹⁵⁸ NAHEMS, p. 29.

¹⁵⁹ Shearer, 2018, p. 3 et 7.

¹⁶⁰ AVMA, 2017, p. 132.

¹⁶¹ AVMA, 2017, p. 125.

¹⁶² NAHEMS, p. 30.

Pour les moutons sans cornes, positionner l'appareil au milieu du point le plus haut de la tête, orienté vers le bas. L'assommage occipital est possible.¹⁶³

Pour les moutons ayant des cornes, tous les caprins, et les chevreaux de moins de 4 mois, le pistolet peut être placé au milieu du front juste au-dessus des yeux et orienté dans l'axe de l'encolure ou en assommage occipital. Dans ce cas, le pistolet doit être orienté dans l'axe longitudinal de la tête. Plus précisément, vers le menton dans le cas des chèvres, vers l'arrière de la gorge chez le mouton.¹⁶⁴

Chez les caprins adultes, le cerveau est positionné bien plus en arrière que chez les ovins et l'assommage occipital est préférable.¹⁶⁵

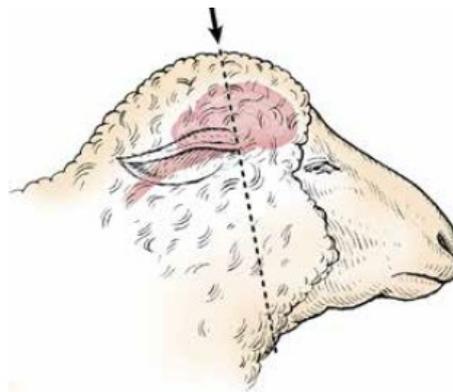


Illustration 3 : Positionnement et orientation du matador sur le haut du crâne (Shearer, 2013)

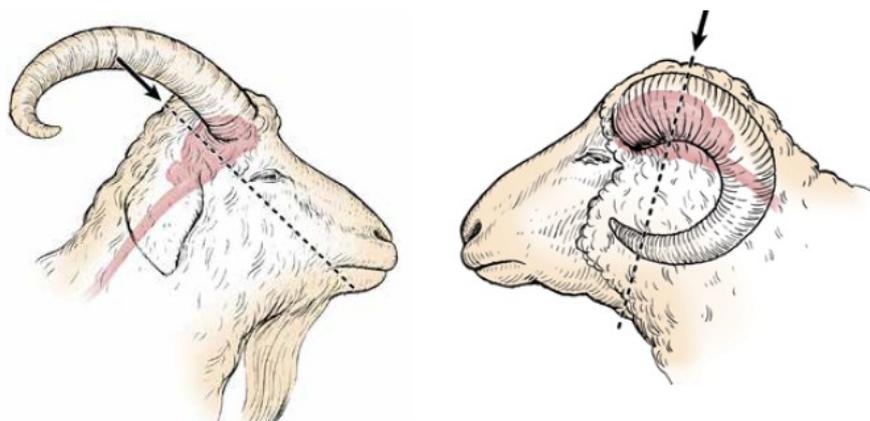


Illustration 4 : orientation du tir occipital au matador chez les petits ruminants (Shearer, 2013)

Correctement utilisés, les dispositifs à tige perforante entraînent une mort rapide. Le personnel doit cependant être prêt à utiliser une autre méthode en complément (injection d'euthanasique, jonchage).¹⁶⁶

163 AUSVETPLAN, p. 27, Burton, p. 3, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 16..

164 AUSVETPLAN, p. 27, Burton, p. 3, NAHEMS, p. 31, Shearer, 2013, p. 6.

165 AUSVETPLAN, p. 27.

166 NAHEMS, p. 31.

6.1.2 Armes à feu

Les points visés sont identiques à l'utilisation des dispositifs à tige perforante.¹⁶⁷ En pratique, un tir frontal peut être difficile à réaliser et une faible erreur dans l'angle du tir ou un petit mouvement de l'animal peut entraîner la sortie de la balle du corps de l'animal. Le tir en occipital est possible et ne doit être réalisé que sur un sol meuble. Un fusil de chasse est recommandé pour ce type de tir.¹⁶⁸

Quand il est difficile d'atteindre la tête, il est possible de viser la poitrine des animaux.¹⁶⁹ Cette méthode est acceptable pour l'AVMA pour les animaux qu'il est difficile d'atteindre.¹⁷⁰

Pour les moutons, un fusil de calibre 0.22 peut être utilisé. Il est possible d'abattre jusqu'à 1000 moutons par tireur et par jour.¹⁷¹

6.1.3 Percussion du crâne

6.1.3.1 Manuelle

Cette méthode peut être utilisée sur des chevreaux de moins de 8 jours, par application du coup entre les deux oreilles.¹⁷² Le règlement européen 1099/2009 limite cette méthode aux animaux de moins de 5 kg.¹⁷³

6.1.3.2 Dispositif à tige non perforante

Cette méthode ne peut être appliquée que sur des animaux de moins de 10 kg et n'entraîne qu'un simple étourdissement. Elle doit donc être suivie d'une méthode complémentaire de mise à mort telle que la saignée ou l'injection d'euthanasique.¹⁷⁴

6.2 Utilisation de l'électricité

Cette méthode est possible chez les petits ruminants avec la réserve des défauts de contact électrique du fait de la présence de toison chez les moutons, ce qui augmente la résistance électrique du corps.¹⁷⁵

L'inconvénient principal concerne la manipulation des animaux, sauf si un système de convoyage des animaux est développé.

Les avantages sont la levée des contraintes d'utilisation de produit euthanasique et une biosécurité optimale.¹⁷⁶

6.2.1 Application en un temps

Cette méthode ne peut être envisagée que dans un restraining.

L'étourdissement et la mise à mort par fibrillation cardiaque sont obtenus par l'application simultanée d'un courant de basse fréquence (30 à 60 Hz), d'une tension de 250 V et de 1 A au niveau de la tête et du dos pendant au moins 10 secondes.¹⁷⁷

167 NAHEMS, p. 31.

168 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 14.

169 AVMA, 2017, p. 179.

170 AVMA, 2017, p. 178.

171 Burton, p. 2.

172 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 22.

173 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre I, Tableau I.

174 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre II, point 1 et Art. 7.6.8. Du code sanitaire pour les animaux terrestres.

175 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 21.

176 NAHEMS, p. 32.

177 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre II, point 5 et Art. 7.6.11 du code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE.

6.2.2 Application en deux temps

Les paramètres électriques sont les mêmes que dans le cas précédent. Les électrodes sont placées pendant au minimum 3 secondes de chaque côté de la tête pour étourdir l'animal. Dans un deuxième temps, le courant est appliqué de part et d'autres du thorax pendant au moins 3 secondes pour provoquer une fibrillation cardiaque et la mort de l'animal.¹⁷⁸

Cette méthode nécessite deux personnes. Elle est réalisable sans impliquer nécessairement une contention individuelle des animaux.

6.3 Utilisation du CO₂

L'utilisation de ce gaz peut être une méthode pour euthanasier des moutons. Le dioxyde de carbone à des concentrations de 10 à 30 % n'est pas aversif pour les petits ruminants de moins de 2 mois et est une méthode recommandée par l'AVMA.¹⁷⁹

6.4 Utilisation d'euthanasiques injectables

Cette méthode présente les mêmes inconvénients que pour les bovins. L'administration intracardiaque est possible chez les agneaux et les chevreaux. Les animaux peuvent être sédatés ou anesthésiés avant l'injection. Il est possible d'administrer de la xylazine (30 à 50 mg en intraveineuse ou intramusculaire) 10 à 20 mn avant d'utiliser l'euthanasique.¹⁸⁰

7. Dépeuplement en élevage de porcs

Dans l'espèce porcine, il est possible d'utiliser les méthodes suivantes de mise à mort :

- des méthodes mécaniques : dispositif à tige perforante, armes à feu, percussion du crâne ;
- l'utilisation de l'électricité ;
- l'utilisation du gaz carbonique et de gaz inerte ;
- les euthanasiques injectables ;
- le nitrite de sodium par voie orale.

Le nombre de porcs à abattre, leur taille, qui peut être très variable (moins d'1 kg pour les nouveaux-nés, 100 à 150 kg pour les porcs charcutiers, plus de 300 kg pour les adultes) et les types d'élevage (naiseur, naisseur-engraisseur, hors-sol, plein air) sont des paramètres qui vont influencer le choix de la méthode utilisée. Pour les porcs élevés en bâtiment, il est préférable de les mettre à mort en dehors des bâtiments de façon à ne pas avoir à sortir les cadavres.¹⁸¹

Concernant la contention, le choix d'une méthode avec un convoyeur amenant directement les animaux après leur mise à mort dans les bennes d'équarrissage est préférable pour faciliter la manutention.¹⁸²

178 Art. 7.6.10 du code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE.

179 AVMA, 2017, p. 178, NAHEMS, p. 24 et 33.

180 NAHEMS, p. 32 et 33.

181 AVMA, 2017, p. 158 et 159.

182 AVMA, 2017, p. 160.

7.1 Méthodes mécaniques

7.1.1 Dispositif à tige perforante

Cette méthode est possible sur les porcs en nurserie, en croissance et les adultes¹⁸³

Elle nécessite une contention individuelle au lasso. L'intérêt de cette méthode décroît donc avec le nombre d'animaux à abattre.¹⁸⁴

7.1.1.1 Matériel

L'utilisation des dispositifs à tige perforante est susceptible de ne pas entraîner la mort de façon certaine. Pour cette raison, The National Pork Board and American Association of Swine Veterinarians recommande de prévoir une mise à mort en deux temps et donc de compléter l'utilisation de ces appareils par une saignée ou un jonchage.¹⁸⁵

Des dispositifs de nouvelle génération ont été mis au point et ceux-ci entraînent la mort de l'animal en une seule opération. Des recherches indiquent qu'il n'est pas nécessaire de recourir à de telles méthodes si les combinaisons tige-cartouche adaptées sont utilisées. Ces appareils ont des tiges interchangeables, ce qui permet de les adapter au gabarit des animaux.¹⁸⁶ Par exemple, le Cash Euthanizer a été évalué et représente une bonne méthode pour l'euthanasie des porcs jusqu'à 120 kg en une seule étape.¹⁸⁷

7.1.1.2 Positionnement du tir

Le pistolet doit être placé au milieu du front, à un peu plus d'1 cm au-dessus des yeux (au même niveau que les cils) ; 2 cm au-dessus du niveau des yeux chez les adultes et un peu décentré^{188 189} ou à 2.5 cm au-dessus de la ligne des sourcils chez les charcutiers (110-140 kg), et entre 3,5 et 5 cm chez les truies et les verrats¹⁹⁰.

Le pistolet doit être appliqué fermement sur le crâne et orienté vers la queue de l'animal ou dans l'axe du canal vertébral.¹⁹¹

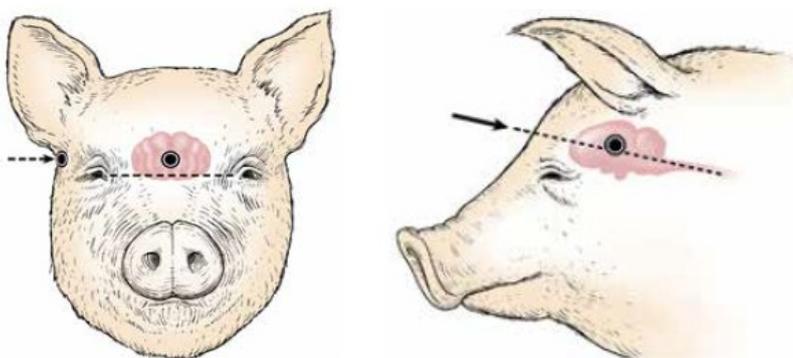


Illustration 5 : Positionnement et orientation du matador chez les porcins (Shearer, 2013)

183 AVMA, 2017, p. 165, AUSVETPLAN, p. 29.

184 AVMA, 2017, p. 165, NAHEME, p. 37, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 16.

185 National Pork Board, p. 14.

186 NAHEMS, p. 38.

187 Woods, 2011.

188 AUSVETPLAN, p. 30.

189 National Pork Board, p. 10.

190 NAHEMS, p. 38.

191 National Pork Board, p. 9, Shearer, 2013, p. 7.

Les variations anatomiques du crâne selon les races rendent plus difficile cette méthode. De plus, avec l'âge, l'os crânien devient plus épais et la taille des sinus augmente. Chez les verrats et les truies, le cerveau est souvent situé à environ 10 cm de la surface du crâne Il convient donc d'utiliser un pistolet avec une tige plus longue et les cartouches les plus puissantes préconisées par le fabricant dans ce cas.^{192 193}

Juste après le tir, le porc chute et manifeste des contractions musculaires toniques suivie d'un relâchement. Cette phase est suivie de mouvements cloniques assez violents (mouvements des membres, pédalage) pendant une à deux minutes, voire 4 à 5 minutes ou plus longtemps chez les truies.¹⁹⁴ Les porcs qui ne montrent pas de contractions toniques et qui manifestent des coups de pattes ou du pédalage n'ont pas été correctement assommés et doivent l'être de nouveau.¹⁹⁵

7.1.1.3 Efficacité

L'utilisation d'un dispositif à tige perforante de type matador est efficace sur les porcelets de 8 à 25 kg sans nécessiter l'application de méthode complémentaire de mise à mort. L'arrêt cardiaque est obtenu en moins de 6 minutes. Chez les porcs charcutiers, l'arrêt cardiaque est obtenu sans saignée après 4 à 7 minutes. Celui-ci est plus rapide après saignée (1 minute 30 à 2 minutes) et l'usage d'une dague permettrait une incision transthoracique du cœur et une saignée interne sans effusion de sang. Sur des truies, l'arrêt cardiaque est obtenu en 5 à 7 minutes.¹⁹⁶

7.1.2 Utilisation des armes à feu

Les porcs sont les animaux les plus difficiles à abattre au moyen d'armes à feu, du fait de la petite taille de la cible, de la forme concave du crâne au niveau frontal et que le cerveau est situé profondément dans le crâne et protégé par d'épais sinus.¹⁹⁷

Cette méthode perd de son intérêt si le nombre d'animaux à abattre est important.¹⁹⁸

Idéalement, les porcs doivent être à l'extérieur et sur de la terre afin d'éviter les ricochets.¹⁹⁹

3 types d'armes sont utilisables :

- les armes de poing : l'énergie délivrée doit être d'au moins 300 ft lbs²⁰⁰ pour des porcs charcutiers, des truies ou des verrats ;²⁰¹
- les armes de calibre 0.22.

Pour ces armes, Le canon doit être placé à une distance de 5 à 25 cm de la tête du porc. L'arme à feu ne doit pas être placée au contact du crâne de l'animal.²⁰²

- l'humane killer de calibre 0.32 dont le canon est ouvert et présente un chanfrein, ce qui permet son utilisation en appliquant l'arme sur le crâne.²⁰³

192 National Pork Board, p. 10, Chevillon et al., p. 25.

193 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 17, NAHEMS, p. 37.

194 NAHEMS, p. 19, Chevillon et al., p. 24 et 25.

195 National Pork Board, p. 9.

196 Chevillon et al., p. 24 et 25.

197 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 14.

198 AVMA, 2017, p. 165.

199 AVMA, 2017, p. 165, National Pork Board, p. 8.

200 Cette unité mesure l'énergie du projectile en sortie de canon.

201 National Pork Board, p. 8.

202 NAHEMS, p. 39, National Pork Board, p. 8.

203 National Pork Board, p. 8.

La munition de choix pour le porc est la «slug»²⁰⁴, car elle il y a moins de ricochets et de balles perdues et plus de précision et de régularité. Elle pénètre également plus facilement dans de crâne.²⁰⁵

Les balles à fragmentation ne peuvent être utilisées que pour les porcs à l'engraissement.²⁰⁶

Deux points de visée sont possibles : ²⁰⁷

- le même que pour le dispositif à tige perforante, avec la même orientation ;
- derrière l'oreille, en orientant le tir vers l'œil opposé. Cette dernière méthode est recommandée chez les truies et les verrats avec l'utilisation de calibre 0.22, car l'os crânien est moins dense à cet endroit.

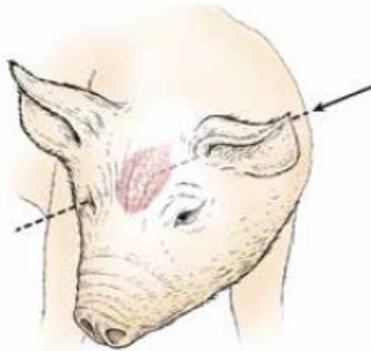


Illustration 6 : Orientation d'un tir de l'oreille vers l'œil opposé chez le porc (Shearer, 2013)

Il n'est pas recommandé de tirer à distance sur des porcs du fait du risque de balle perdue.²⁰⁸ Si cela est la seule solution possible, la cible doit être à mi-chemin entre l'œil et la base de l'oreille, en dirigeant le tir horizontalement et à angle droit par rapport au côté de la tête. L'os du crâne est également moins dense à cet endroit.²⁰⁹

Les personnes réalisant les tirs et peu familiarisées avec le porc doivent être formées au moyen de section anatomiques de têtes de porcs.²¹⁰

7.1.3 Percussion du crâne

7.1.3.1 Dispositif à tige non perforante

L'utilisation d'un dispositif à tige non perforante est possible sans autre intervention pour des porcelets de moins de 6 kg environ ou de moins de 10 kg avec une application au milieu de l'os frontal.²¹¹ Elle doit être suivie d'une méthode de mise à mort pour les porcelets jusqu'à environ 35 kg.

Cette méthode nécessite une contention adéquate, ce qui fait que son intérêt décroît avec le nombre de porcelets à abattre.²¹²

204 https://en.wikipedia.org/wiki/Shotgun_slug

205 National Pork Board, p. 7, NAHEMS, p. 39.

206 National Pork Board, p. 8.

207 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 14, National Pork Board, p. 7 et 8.

208 NAHEMS, p. 39.

209 AUSVETPLAN, p. 30, NAHEMS, p. 39.

210 NAHEMS, p. 39.

211 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 22, NAHEMS, p. 17, National Pork Board, p. 3 et 9

212 AVMA, 2017, p. 165.

7.1.3.2 Percussion manuelle de la boîte crânienne

C'est une méthode efficace pour les porcelets de moins de 5 kg qui est une limite réglementaire²¹³, mais elle n'est pas pratique si un grand nombre de porcelets doit être mis à mort²¹⁴ et est limitée réglementairement à 70 animaux par personne et par jour²¹⁵



Illustration 7: Lieu d'application d'une percussion crânienne (National Pork Board)

7.2 Utilisation de l'électricité

Cette méthode est immédiate et particulièrement efficace chez le porc²¹⁶ et peut être utilisée pour les porcs de plus d'une semaine.²¹⁷

7.2.1 Application en un temps

Elle consiste en l'application d'une électrode à la base de l'oreille et d'une autre sur le côté opposé du corps, de façon à ce que le courant traverse le cœur. Le courant doit alors être appliqué pendant au moins 10 à 15 secondes pour entraîner la mort.²¹⁸ Il est nécessaire d'appliquer un courant à basse fréquence (50 Hz) et d'une tension minimale de 250V.²¹⁹

Applications pratiques :

- L'USDA a envisagé la possibilité d'utiliser des unités de mise à mort utilisant l'électricité délivrant un courant de 1000V à une vitesse d'environ 600 porcs par heure. Dans cette méthode, la perte de conscience et l'arrêt cardiaque sont obtenus simultanément. Toutefois, il faut être vigilant sur le bon étourdissement des porcs pour des raisons de protection animale.²²⁰ Des systèmes mobiles d'électronarcose existent, développés par la société Meat Processing System^{221 222} ;
- La NS 2006-8105 indique une cadence de 300 porcs / heure pour la remorque STORK dans son annexe 7.

213 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre I, Tableau 1.

214 AUSVETPLAN, p. 29, AVMA, 2017, p. 167.

215 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre II, point 3.

216 Galvin, p. 717.

217 AVMA, 2017, p. 166, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 21.

218 NAHEMS, p. 39, National Pork Board, p. 12, Art. 7.6.11 du code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE.

219 Galvin, p. 717.

220 NAHEMS, p. 21 et p. 39.

221 Qui a été achetée par Marel en mars 2016.

222 Thornber, p. 306.

7.2.2 Application en deux temps

Dans ce cas, il y a application d'un courant au niveau de la tête pendant au moins 3 secondes pour étourdir, ce qui entraîne une perte de conscience de 30 secondes, complétée par l'application d'un courant au niveau du thorax dans les 15 secondes.²²³ L'arrêt cardiaque est obtenu en moins d'une minute.²²⁴

Le courant électrique minimal appliqué doit être de 1,3 A ²²⁵ ou de 1,3 A et 220 V pour les porcs de plus de 6 semaines et de 0,5 A et 125 V pour les animaux de moins de 6 semaines ²²⁶.

Les électrodes peuvent être placées :²²⁷

- entre la base de l'oreille et l'œil de chaque côté de la tête ;
- en arrière de la base des oreilles, de chaque côté de la tête ;
- en diagonale, en arrière de la base d'une oreille et au-dessus de l'œil opposé.

Selon Sparrey et Wotton, cité par Denicourt et al. ²²⁸ les positions acceptables et les plus efficaces sont l'application à la base des deux oreilles ou entre l'œil et l'oreille, de chaque côté.

La NS 2006-8105 préconise dans son annexe 6 l'application des électrodes pendant 6 secondes à la tête, sans être très précise sur le positionnement des électrodes (elle dit seulement «sur la tête») suivie d'une application de 6 secondes sur la poitrine, sans donner ici non plus de plus amples précisions. Selon ce document, la mort survient après 1 mn 30 environ. Elle indique cette méthode pour les porcs de plus de 25 kg.

7.3 Méthode gazeuse

7.3.1 Utilisation du CO₂

C'est une méthode très utilisée pour l'étourdissement des animaux en abattoir et à privilégier pour le dépeuplement en élevage porcin.²²⁹ Elle présente l'avantage de ne pas nécessiter de manipulation individuelle des porcs, car ils sont menés en groupe.²³⁰

La méthode est sûre pour un personnel suffisamment formé doté des équipements de protection individuelle (détecteur de CO₂) et utilisant le dispositif dans un endroit bien ventilé.²³¹

The National Pork Board and American Association of Swine Veterinarians préconise cette méthode pour l'euthanasie des porcs de moins de 32 kg et a donné une méthode détaillée pour l'euthanasie. Pour des porcelets de cette taille, cette association recommande l'usage d'un caisson étanche équipé de valves entrante et sortante. Comme le CO₂ est plus lourd que l'air, la valve sortante doit être placée en haut du caisson pour favoriser l'évacuation de l'air et son remplacement par le dioxyde de carbone. Il est possible de précharger le caisson avec du CO₂ avant de placer les porcelets ou de placer les animaux avant d'utiliser le CO₂. Pour une euthanasie efficace, il faut atteindre 80 à 90 % de CO₂ pendant au moins 5 minutes. Il faut également veiller à utiliser un détendeur pour éviter de geler les animaux dans le caisson ainsi qu'un débitmètre.²³²

223 AVMA, 2017, p. 166, NAHEMS, p. 39, National Pork Board, p. 12.

224 Chevillon et al., p. 25.

225 Selon l'Annexe I, Chapitre II, point 5 du RE 1099/2009.

226 Art. 7.6.10 du code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE.

227 National Pork Board, p. 12.

228 Denicourt, 2010, p. 457.

229 AVMA, 2017, p. 163.

230 AVMA, 2017, p. 164, Rice, p. 249,

231 National Pork Board, p. 6.

232 NAHEMS, p. 36, National Pork Board, p. 6, Annexe I, Chapitre II, point 7 du RE 1099/2009.

D'autres applications pratiques ont été développées pour utiliser le CO₂ sur site dans des camions, des remorques ou des caissons. Des documents techniques et des sites décrivent la mise en place de telles installations.²³³ L'usage de ce type d'enceinte est décrit, avec le schéma d'administration du gaz à partir d'une bouteille standard. Le caisson peut être monté sur une remorque et les porcs poussés dans cette remorque à partir du quai de chargement.²³⁴

Il est possible également d'adapter ce système sur un caisson destiné à transporter des déchets pour la mise à mort des adultes et d'enceintes montées sur place à partir de bâches de plastique pour les porcs plus jeunes.²³⁵ Le caisson doit de préférence être recouvert d'une plaque ou d'un film translucide, car les porcs rechignent à entrer dans un local sombre. Cette enceinte n'a pas besoin d'être complètement obturée et étanche en haut, car il faut que l'air puisse s'échapper sous la pression du CO₂.²³⁶

L'espace au-dessus des porcs n'est pas nécessaire et représente même une perte de gaz. Par conséquent, des caissons moins hauts pourraient être utilisés.²³⁷



Illustration 8 : Adaptation de caisson standard et construction d'enceinte pour le gazage des porcs (Meyer, 2014)



Illustration 9 : Construction d'une enceinte pour le gazage des porcelets (Meyer, 2014)

Un taux de remplacement du CO₂ de 20 % du volume de la chambre par minute permet d'obtenir 63,5 % de CO₂ en fin de cycle de 5 minutes. La perte de conscience est alors obtenue en 2 minutes et la mort en 10 minutes.²³⁸

Le CO₂ est peut être produit à partir de neige carbonique ou par des bouteilles de gaz liquide et stocké dans des poches réalisées à partir de bâches plastiques noires couramment utilisées dans les exploitations agricoles. Ces poches sont dimensionnées de façon à avoir un volume égal ou supérieur à la chambre utilisée. Le gaz doit être stocké moins de 24 h avant son utilisation. Ceci permet d'éviter les problèmes d'administration de gaz fortement refroidi à partir d'une source liquide et notamment l'exposition des animaux à des températures négatives avant leur perte de conscience. Le gaz ainsi stocké peut être transféré au moyen d'une souffeuse à feuille modifiée de façon à obtenir un taux de remplissage de 20 % en volume par minutes pendant 5 minutes, conformément aux recommandations de l'AVMA. Le problème des basses températures induites

233 Assembly Guide : Mass Swine Depopulation System Utilizing Carbon Dioxide, AVMA, 2017, p. 164, <http://www.ncagr.gov/oep/MassDepop.htm>.

234 Rice, p. 250 et 251.

235 Meyer, 2014.

236 Rice, 2014, p. 250, Meyer, 2014, p. 926, 927 et 929.

237 Meyer, 2014, p. 931.

238 Rice, 2014, p. 248, Meyer, 2013.

par la détente du gaz comprimé peut être également résolu par l'utilisation de sources de CO₂ liquide à basse pression.²³⁹

Les besoins en CO₂ pour respecter un flux entrant de 20 % du volume de la chambre par minute pendant 5 minutes peuvent être très importants et il convient de les anticiper par des accords avec les fournisseurs.²⁴⁰

Les porcs doivent être laissés dans l'enceinte pendant au moins 20 minutes après le début de l'application du gaz de façon à avoir une mort quasi-certaine. Toutefois, cela ne dispense pas de vérifier l'absence de signe de vie.²⁴¹ D'autres essais ont été menés en utilisant des bennes standard : la mise à mort des porcs nécessite environ 30 minutes par lot, compte tenu des opérations de chargement, d'administration du gaz et de déchargement.²⁴²

Le nombre de porcs euthanasiés à chaque fois est seulement limité par la taille du caisson et le nombre de porcs qu'il est possible d'y charger. Une étude a montré qu'il est possible de charger au moins 40 porcs dans une benne standard.²⁴³ Un tel système de dépeuplement est optimisé par l'utilisation de deux caissons en rotation, ce qui permet le remplissage de l'un d'entre eux quand l'autre est en utilisation. Les caissons peuvent être vidés dans une benne d'équarrissage après vérification de l'absence de signes de vie.²⁴⁴

Le gazage en bâtiment n'est pas envisageable pour les porcins, du fait des difficultés d'enlèvement des cadavres du bâtiment.²⁴⁵

7.3.2 Utilisation d'un mélange CO₂ – gaz inerte

Les porcs sont exposés à une concentration de CO₂ inférieure à 30 à 40 % en volume et une teneur en oxygène inférieure à 2 %, ce qui est moins aversif pour les animaux. Il y a un simple étourdissement si le temps d'exposition est inférieur à 7 minutes. La mise à mort est donc assez longue.²⁴⁶

Cette méthode a été retenue pour le développement d'une méthode de dépeuplement des porcs aux Pays-Bas par la société Van Eck.

7.4 Utilisation d'euthanasique injectable

Cette méthode nécessite la qualification de vétérinaire pour administrer le produit et le traitement des animaux un par un, avec une contention au lasso chez des animaux adultes.²⁴⁷ La manipulation de produit euthanasique pose également des problèmes de sécurité du personnel par le risque d'injection accidentelle.

Le problème principal est la voie d'injection (accès veineux). Pour des animaux de plus de 50 kg, l'injection dans la veine cave antérieure est la méthode recommandée, ce qui demande de l'expérience. Ceci fait que ce n'est pas une méthode adaptée pour le dépeuplement en cas d'effectif important.²⁴⁸

C'est une solution utilisable sur des porcelets de moins jusqu'à 25 kg en injection intracardiaque.²⁴⁹

239 Meyer, 2005, p. 217, Meyer, 2014, p. 925, 927, 928 et 930.

240 Meyer, 2005, p. 217.

241 Meyer, 2014, p. 932, Rice, 2014, p. 253.

242 Meyer, 2005, p. 215 et 217.

243 Meyer, 2014, p. 931, Rice, 2014, p. 253.

244 Meyer, 2014, p. 931, Meyer, 2005, p. 217.

245 Meyer, 2014, p. 925.

246 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre I, Tableau 3, Art. 7.6.13 du code sanitaire pour les animaux terrestres.

247 AUSVETPLAN, p. 29, AVMA, p. 166, NAHEMS, p. 39.

248 NAHEMS, p. 40.

249 AUSVETPLAN, p. 29.

Pour des animaux plus lourds (plus de 125 kg) et difficile à contenir, une sédation peut être nécessaire avant de pratiquer l'euthanasie par injection. Ceci nécessite une contention supplémentaire et augmente le temps nécessaire et le coût du dépeuplement.²⁵⁰

7.5 Utilisation de toxique par voie orale : le nitrite de sodium

L'intoxication par le nitrite de sodium produit une méthémoglobinémie. Les Suidés sont très sensibles aux nitrites du fait qu'il sont peu pourvus en méthémoglobine réductase.²⁵¹ C'est une méthode efficace si la dose est donnée sur un court laps de temps. Toutefois, son intérêt serait limité en cas de maladie qui affecte la prise d'aliment.²⁵²

Des tests ont été menés en 2006 en Australie et ont entraîné une mort des sangliers en 2 heures avec très peu de symptômes (léthargie, incoordination motrice, dyspnée, perte de conscience et mort). Des appâts (Hog-Gone®) avec du nitrite de sodium micro-encapsulé ont été mis au point. Ceux-ci peuvent être donnés dans des mangeoires afin d'éviter l'intoxication d'autres espèces.²⁵³ 100 % des porcs meurent en 1 à 3 heures, selon une étude expérimentale. En moyenne, 80 % des sangliers meurent à la suite de la consommation de ces appâts. Ceci en fait une méthode de choix pour la mise à mort à large échelle des sangliers ou des porcs sauvages.²⁵⁴ Une autre solution qui pourrait être développée est l'utilisation d'un concentré de nitrites mélangé à du grain (maïs ou blé).²⁵⁵

7.6 Arrêt de la ventilation du bâtiment

Ceci entraîne une hausse de la température corporelle des porcs et éventuellement la mort. Les cas de pannes d'alimentation électrique des bâtiments ont montré que c'est une méthode efficace, mais il n'y a pas de publication validant ce procédé. Cette méthode est permise dans certains cas par l'AVMA. Elle ne doit être utilisée qu'en dernier ressort. Il convient d'obtenir une élévation rapide de la température entraînant une mortalité de plus de 95 % en moins d'une heure.²⁵⁶

7.7 Transport des animaux vers un abattoir

Cela doit être privilégié quand c'est possible, du fait que ce sont des établissements bien équipés et capables d'abattre un grand nombre d'animaux. Ce n'est utilisable que si le transport des animaux est possible et autorisé par les autorités compétentes. Ceci nécessite également l'accord préalable de l'abatteur.²⁵⁷

250 NAHEMS, p. 40.

251 Australian government, p. 8.

252 AVMA, 2017, p. 168 et 169.

253 Australian government, p. 8 et 9, Lapidge, 2012, p. 21 et 22.

254 Australian government, p.10, Lapidge, 2012, p. 23.

255 Lapidge, 2012, p. 23.

256 AVMA, 2017, p. 168.

257 AVMA, 2017, p. 167.

8. Dépeuplement des élevages de volailles

8.1 Méthodes mécaniques

Ces méthodes nécessitent des manipulations importantes des volailles et sont donc adaptées quand le nombre d'animaux à traiter est limité.²⁵⁸

8.1.1 Dislocation cervicale manuelle et mécanique

La méthode manuelle consiste à réaliser une extension et une rotation rapide du cou en un seul geste, de façon à obtenir une séparation des vertèbres et la rupture des vaisseaux sanguins et la mort par asphyxie et anoxie cérébrale après une minute. Si la dislocation se fait dans la partie haute du cou, entre la première vertèbre cervicale et le crâne, la perte de conscience et la mort sont instantanées. Si la dislocation se fait plus bas, ce résultat peut ne pas être atteint. Il n'y a donc pas nécessairement une perte de conscience immédiate et, pour cette raison, il est conseillé d'étourdir les oiseaux au préalable. Pour des volailles de moins de 2 semaines, c'est une méthode efficace sans étourdissement préalable. La dislocation cervicale manuelle nécessite de l'entraînement et une certaine force physique, de ce fait, il est difficile d'avoir des résultats constants et il est nécessaire d'avoir un repos régulier des opérateurs pour de bons résultats. Cette méthode ne doit donc être utilisée que sur les animaux les plus petits, sur de petits effectifs et par des personnes formées et entraînées à cette méthode.²⁵⁹ Elle peut être utilisée manuellement sur des volailles de moins de 3 kg avec une limite de 70 volailles par personne et par jour²⁶⁰

La dislocation cervicale peut être réalisée de façon mécanisée pour des volailles entre 3 et 5 kg, par exemple au moyen d'une pince de type Burdizzo sur les volailles à cou fort telles que les oies et les canards). L'instrument doit alors être placé près du crâne.²⁶¹

Avantages :²⁶²

- la biosécurité est optimale (technique non invasive) ;

Inconvénients :

- le personnel peut être exposé en cas de maladie zoonotique ;
- la méthode manuelle est difficile à appliquer correctement ;
- il y a une fatigue du personnel.

8.1.2 Percussion de la boîte crânienne

La percussion peut se réaliser manuellement ou de façon mécanisée.

La percussion manuelle ne peut être envisagée que pour de petits effectifs. Le règlement européen 1099/2009 n'autorise cette méthode que pour les volailles de moins de 5 kg et avec une limite de 70 animaux par jour et par personne.²⁶³

258 AVMA, 2017, p. 215 et 216.

259 Berg, p. 1056, Galvin et al., 2005, p. 716, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 28, NAHEMS, p. 42.

260 RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre I, tableau 1, Chapitre II, point 3, Art. 7.6.17 du Code Sanitaire pour les Animaux Terrestres.

261 AUSVETPLAN, p. 18, AVMA, 2017, p. 217, Berg, p. 1056, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 28.

262 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 29.

263 Berg, p. 1055, RE 1099/2009, Annexe I, Chapitre I, tableau 1 et Chapitre II, point 3.

La percussion de la boîte crânienne peut également se faire avec un dispositif à tige non perforante. Les lésions du crâne entraînent la mort immédiate de la volaille, ce qui dispense de réaliser une saignée.²⁶⁴

Les oiseaux doivent être contenus (dans des cônes, par exemple), le pistolet doit être positionné à l'arrière de la tête et de la crête. Il faut laisser la tête être projetée hors des mains par l'appareil lors du tir.²⁶⁵

Il est possible d'utiliser le Cash Poultry Killer qui a été conçu spécialement pour l'euthanasie des volailles en situation d'urgence. Ce matériel permet une perte de conscience immédiate suivie de la mort des volailles. Il peut être utilisé sur les poulets, les dindes, les canards et les oies. Deux types de matériel sont disponibles : le dispositif à cartouche et celui à air comprimé. Le dispositif à cartouche n'est pas conçu pour l'abattage d'un grand nombre d'animaux, car la cartouche doit être remplacée après chaque coup. Le dispositif à air comprimé est un meilleur choix dans ce cas. Plusieurs pistolets peuvent être approvisionnés en air par le même compresseur.²⁶⁶

Deux matériels (le Zephyr EXL et le TED : Turkey Euthanasia Device) ont été testés sur des dindes de différents âges et ont permis une perte de conscience et une mort des animaux . Le pistolet est appliqué au sommet de la tête, à mi-chemin entre l'arrière de l'œil et l'oreille. Chacun des dispositifs permet une mort des animaux par arrêt cardiaque en 5 minutes.²⁶⁷

8.1.3 Décapitation

Cette méthode est acceptée par l'AVMA sous certaines conditions. Par contre, elle est considérée comme choquante et nécessite de manipuler les volailles une par une . De plus, l'activité cérébrale se poursuit pendant au moins 13 à 14 secondes après décapitation . Par conséquent, cette méthode n'est pas acceptable comme méthode de dépeuplement pour des effectifs importants.²⁶⁸

8.1.4 Usage des armes à feu

Cette méthode peut être utilisée pour l'abattage des oiseaux sauvages et des ratites. Elle n'est pas adaptée à un grand nombre d'animaux.²⁶⁹ De plus, elle peut provoquer la dissémination des animaux éventuellement infectés et donc de la maladie que l'on souhaite combattre.²⁷⁰

8.2 Utilisation de l'électricité

8.2.1 Utilisation de l'électronarcose à bain d'eau

Cela correspond à l'utilisation de matériel d'électronarcose à bain d'eau similaire à celui utilisé en abattoir. Le courant est réglé de façon à ce que les animaux soient tués sans nécessiter une autre méthode, soit avec une fréquence de 50 Hz maximum et une intensité variable selon les espèces²⁷¹ ou au minimum de 400 mA quelle que soit l'espèce²⁷² et appliqué pendant au moins

264 Berg, p. 1055.

265 Galvin, p. 716, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 24.

266 Galvin, p. 716, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 25, NAHEMS, p. 43.

267 Woolcott, 2018, p. 5 et 9.

268 NAHEMS, p. 42 et 43.

269 NAHEMS, p. 43.

270 Berg, p. 1059.

271 Voir l'Annexe I, Chapitre II, point 6 du RE 1099/2009. L'article de Galvin et al., 2005, p. 718 propose 100 mA pour les cailles, 160 mA pour les poulets, 200 mA pour les canards et oies, 250 mA pour les dindes. L'article 7.6.11 du code sanitaire des animaux terrestres donne l'intensité minimale à appliquer selon les espèces.

272 Selon Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 27.

trois secondes. Cette méthode permet de tuer un grand nombre d'animaux de façon efficace et fiable. Son inconvénient principal est la manipulation des animaux pour les accrocher aux étriers.²⁷³

Avantages :²⁷⁴

- il n'y pas d'effusion de sang : la biosécurité est optimale ;
- cette méthode est adaptée pour mettre à mort un grand nombre d'animaux .

Inconvénients :

- des manipulations des animaux sont nécessaires pour l'accrochage ;
- le personnel peut être exposé en cas de zoonose ;
- le réglage de l'électronarcose à bain d'eau est délicat (pré-chocs électriques, les oiseaux peuvent relever la tête avant le bain) ;
- le matériel est spécifique.

Il s'agit de la méthode utilisée en France par la société GT Logistics sous la forme d'une chaîne d'abattage mobile d'une capacité de 1000 volailles par heure.²⁷⁵

8.2.2 Électronarcose à la tête uniquement suivie d'une méthode de mise à mort²⁷⁶

Un courant de plus de 400 mA pour les poulets et les dindes et de plus de 600 mA pour les canards ²⁷⁷ doit être appliqué pendant au moins 3 secondes pour obtenir la perte de conscience de l'animal. La mise à mort est obtenue par saignée, décapitation ou dislocation cervicale. C'est une méthode adaptée pour de faibles effectifs

Avantages :

- l'étourdissement est instantané ;
- il n'y pas de risque concernant la biosécurité si une méthode de mise à mort adaptée est utilisée (dislocation cervicale).

Inconvénients :

- la manipulation des animaux est nécessaire et expose à un risque zoonotique ;
- un entretien est nécessaire pour un bon contact des électrodes ;
- le bon positionnement des électrodes est à surveiller ;
- cette méthode n'est pas adaptée à de grands effectifs.

273 Berg, p. 1055, Galvin et al., 2005, p. 718, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 26, NAHEMS, p. 43,

274 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 27.

275 CIFO, «Impact de l'épizootie H5N8 – Plan d'action du CIFO», dia 20

276 Berg, p. 1055, Galvin et al., 2005, p. 718, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 27 et 28.

277 Le RE 1099/2009 dans l'Annexe I, Chapitre II, point 4 préconise 240 mA pour les poulets et 400 mA pour les dindes. L'article 7.6.11 du code sanitaire pour les animaux terrestres préconise 300 mA par oiseau et 600 mA pour les canards.

8.3 Utilisation de gaz

Le dépeuplement par l'utilisation de gaz peut se faire par deux méthodes différentes : dans une enceinte ou dans tout ou partie du bâtiment d'élevage.²⁷⁸

L'appendix 4 de l'AUSVETPLAN donne un mode opératoire détaillé de l'utilisation du CO₂ en caisson ou en bâtiment pour la mise à mort des oiseaux.²⁷⁹

L'inconvénient de cette méthode est le gel des canalisations qui amènent le CO₂, qui se produit lors d'usages répétés.²⁸⁰

8.3.1 Utilisation de gaz CO₂ ou d'un mélange CO₂-gaz inerte dans une enceinte

Dans cette méthode, le niveau souhaité de gaz est atteint plus rapidement et il y a moins de problème de répartition par rapport à l'utilisation de CO₂ en bâtiment.²⁸¹

Cette option peut être perçue comme assez flexible du fait de l'utilisation de ramasseurs et l'adaptation à tout type de bâtiment²⁸² ou présentant l'inconvénient de devoir ramasser les volailles, ce qui nécessite du personnel et du temps, peut exposer les personnes à l'agent pathogène s'il s'agit d'une zoonose, présenter un risque pour la biosécurité et générer du stress pour les animaux.²⁸³

Deux solutions sont alors utilisables :

- **les animaux sont introduits alors que le gaz est déjà présent.** Des précautions doivent être prises pour manipuler les animaux et les placer dans l'enceinte. La vitesse d'introduction doit éviter l'étouffement des volailles.
 - Avantage de cette méthode : la quantité de gaz peut être connue à l'avance en fonction du volume des caissons.
 - Inconvénients :
 - du gaz va s'échapper en fonction des ouvertures du panneau supérieur lors des chargements ;
 - le nombre d'oiseaux tués dépend de l'équipe de ramassage et de la taille du caisson ;
 - cette méthode peut poser des problèmes en terme de protection animale, car le tassement des animaux peut entraîner des morts par étouffement. Il faut donc s'assurer que les animaux du ramassage précédent sont bien inconscients avant qu'ils ne soient recouverts par les suivants. Les animaux ne doivent pas être introduits de façon continue.
 - l'introduction dans une atmosphère déjà modifiée peut être aversive.²⁸⁴
- **le gaz ou le mélange est introduit dans l'enceinte après introduction des animaux.** C'est le cas où les animaux sont chargés dans des caisses de transports.
 - Avantages :
 - la taille du container ou du caisson est connue et donc la quantité de gaz nécessaire ;
 - les opérateurs sont en sécurité ;
 - la biosécurité est optimale ;
 - la protection animale est améliorée, car les animaux sont introduits avant que l'atmosphère ne soit modifiée, les animaux présentent moins de risque de se tasser et donc de s'étouffer ;

278 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 30.

279 AUSVETPLAN, p. 49.

280 AVMA, 2017, p. 209.

281 AVMA, 2017, p. 207, Benson, Depopulation methods, dia 19.

282 Benson, Depopulation methods, dia 19 et 25.

283 AVMA, 2017, p. 207, Benson,, Depopulation methods, dia 20 et 25, Berg, p. 1057.

284 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 31.

- Inconvénients :
 - il est nécessaire de ramasser les animaux et éventuellement de les placer dans des caisses de transport ;
 - les manipulations des animaux peuvent être inappropriées (respect des règles de protection animale)²⁸⁵

Il est recommandé d'utiliser de faibles concentrations (inférieure à 40%) dans un premier temps, de façon à obtenir une perte de conscience avant l'application de fortes concentrations de CO₂, du fait du caractère aversif de l'exposition à ce gaz.²⁸⁶ Cependant, certains recommandent d'utiliser d'emblée de fortes concentrations.²⁸⁷

Lors d'utilisation de caissons fermés : il faut atteindre au moins 70 % de CO₂. Cette méthode entraîne une perte de conscience en 30 secondes et la mort en quelques minutes, mais le temps peut être beaucoup plus long, en particulier chez les nouveaux-nés ou les jeunes ainsi que les espèces vivant dans l'eau qui peuvent contrôler leur respiration et nécessiter des temps plus importants.²⁸⁸ Ainsi, chez le canard et l'oie, l'utilisation de CO₂ seul nécessite des concentrations plus élevées (de l'ordre de 70 à 80%) et un temps d'application plus important(de l'ordre de 5 minutes à une concentration de 70%). Pour certains auteurs il vaut mieux utiliser d'autres méthodes pour ces espèces.²⁸⁹ La société GT Logistics utilise avec succès les paramètres suivants pour les canards : 25 % de CO₂ en volume pendant 2 à 3 minutes puis l'application d'un pourcentage de 70 à 80 % et l'ajout de CO₂ avant l'enlèvement de la benne.²⁹⁰

L'usage d'un mélange CO₂ - gaz inerte est utilisable dans les conditions suivantes : CO₂ inférieur à 30 % en volume et teneur en oxygène inférieure à 2 % pendant plus de 3 minutes.²⁹¹ L'usage de faibles concentrations de CO₂ est moins aversif pour les animaux.²⁹² Des essais ont été menés au Royaume-Uni avec un mélange de CO₂ à 20 % et 80 % d'argon, moins aversif qu'un mélange de CO₂ à 50 % dans l'air et provoquant une mort très rapide.²⁹³ Ce type de mélange apparaît plus efficace que l'utilisation du CO₂ chez le canard ou l'oie, qui nécessitent une exposition de 5 minutes à des concentrations de 70 % pour mourir.²⁹⁴ Un tel mélange peut être facilement disponible.²⁹⁵

Pour certains auteurs, l'utilisation du mélange Argon-CO₂ ne présente pas d'avantage par rapport à la mousse à base d'eau, car elle prend plus de temps et son efficacité est moins régulière.²⁹⁶

285 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 32.

286 RE 1099/2009, Annexe I, tableau 3 et Art. 7.6.12 du Code sanitaire pour les animaux terrestres.

287 Berg, p. 1056.

288 AVMA, 2017, p. 206, AUSVETPLAN, p. 20.

289 Berg, p. 1057, Raj, 2008, p. 230, art. 7.6.12 du Code sanitaire pour les animaux terrestres.

290 Entretien avec le manager du pôle urgence de la société GT Logistics le 5/07/2018.

291 L'exposition à un tel mélange entraîne un simple étourdissement des volailles.

292 RE 1099/2009 Annexe I, Tableau 3 et Art. 7.6.13 du Code sanitaire pour les animaux terrestres.

293 Berg, p. 1058, Sandilands et al., 2006, cité par Raj, 2008, p. 229.

294 AVMA, 2017, p. 210, Raj, 2008, p. 230.

295 Raj, 2008, p. 232.

296 Benson, Science behind foam, dia 12.

Applications pratiques

N'importe quel contenant pouvant être fermé peut être utilisé dans ce but.²⁹⁷ Par exemple, il est possible d'utiliser des poubelles à roulettes pour l'euthanasie des poules pondeuses avec l'utilisation d'au moins 50 % de CO₂ ou des bennes plus grandes selon le nombre d'animaux à abattre.²⁹⁸

Un caisson (**Containerised Gasing Unit** ou **CGU**) a été développé au Royaume-Uni avec les caractéristiques suivantes ²⁹⁹ :

- remplissage avec des cages de transport standard, sur 4 étages ;
- le caisson est facilement transportable avec un chariot élévateur ;
- chaque module (ensemble de cages) peut contenir 300 poulets de chair ;
- la capacité journalière atteint 5000 volailles par heure avec 2 caissons.

Ce type de caisson s'est révélé efficace en cas d'utilisation de mélange CO₂-gaz inerte pour la mise à mort des canards et des oies.³⁰⁰



Illustration 10 : Système CGU développé au Royaume-Uni utilisant des caisses de transport (Raj, 2008).

Le MAK (Modified Atmosphere Killing) a été développé et réalisé par l'USDA aux États-Unis à partir d'un appareil mis au point pour le dépeuplement des poules pondeuses. Ce matériel est installé sur une petite remorque élévatrice, avec une porte battante permettant l'évacuation aisée des carcasses.³⁰¹ Ce système peut être utilisé pour différentes espèces et a été testé sur les poulets, les poules pondeuses et les dindes.³⁰² Sa capacité est de 300 poulets de chair ou 440 poules pondeuses. Cette remorque utilise du CO₂ à 40 à 50 %.³⁰³(Une équipe de 12 personnes peut tuer 30 000 animaux en 8 heures.). L'utilisation de CO₂ à 50 % permet un chargement continu des volailles, car il y a une perte de conscience rapide de celles-ci avant qu'elles ne soient recouvertes par les suivantes. Une teneur de 50 % est obtenue par un système régulé de façon automatique, ce qui est la manière la plus sûre de maîtriser la teneur en gaz.³⁰⁴ La perte de conscience et la mort sont obtenues chez le poulet en 20 secondes environ et 4 minutes respectivement.³⁰⁵

297 AVMA, 2017, p. 207.

298 Berg, p. 1057.

299 Raj, 2008.

300 Raj, 2008, p. 238.

301 Webster, 2012, p. 133.

302 Webster, 2012, p. 134.

303 Thornber, 2014, p. 306.

304 Webster, 2012, p. 134, 142 et 143.

305 Thornber, 2014, p. 306, Webster, 2012, p. 140.

Ce type de matériel est adapté à de petits effectifs mais se prête moins au dépeuplement d'effectifs importants, car il nécessite beaucoup de personnel et de temps.³⁰⁶

L'un des inconvénients de l'utilisation de CO₂ en bouteilles est que lors de temps froid, la pression des bouteilles est insuffisante pour obtenir un taux de 50 %. Par conséquent, il est alors nécessaire d'utiliser une bouteille neuve et de réchauffer la précédente, ce qui peut demander du temps. De la glace peut également se former au niveau des tubulures.³⁰⁷

L'azote peut également être utilisé, mais dans ce cas, le chargement est discontinu et la mise à mort se fait par lot. Dans ce cas, il faut que le niveau soit complet pour pouvoir appliquer le gaz. Ainsi, les animaux sont placés et maintenus conscients dans la remorque plus longtemps qu'avec le CO₂, ce qui peut être un inconvénient du point de vue de la protection animale. Par conséquent, il est donc préférable d'utiliser le CO₂.³⁰⁸

Que ce soit avec le CO₂ ou l'azote, il faut attendre 5 minutes après l'arrêt des battements d'ailes pour être sûr de la mort des animaux.³⁰⁹



Illustration 11 : Système MAK (Modified Atmosphere Killing)(Webster, 2012, Thornber, 2014).

Le **chick pulp** ³¹⁰ est un matériel qui utilise une mise à mort en deux temps avec du CO₂ (à faible concentration puis à haute concentration) avec une capacité de 4000-5000 volailles par heure. Ce type de machine pourrait être adapté au dépeuplement, mais sans le broyeur, pour des raisons de biosécurité.³¹¹

Le caisson de type RF2

Ce sont des containers de petite capacité (230 poules par caisson) qui permettent l'euthanasie de 10000 poules en 5 heures par 6 ramasseurs.³¹² Ces caissons sont utilisés par la société GT Logistics opérant en France sur les opérations de dépeuplement.

306 AVMA, 2017, p. 210, Webster, 2012, p. 132.

307 Webster, 2012, p. 138 et 143.

308 Webster, 2012, p. 134, 141 et 142.

309 Webster, 2012, p. 135.

310 <https://petsmoproducts.fi/en/products/chick-pulp/>

311 Berg, p. 1057.

312 NS DGAL/SDSPA/N2006-8071 du 15/03/2006, annexe 2 et f

Le Caisson MICODAN

Ces enceintes sont équivalentes à des bennes standard d'une capacité de 3000 à 4000 animaux, soit 8 à 9 tonnes.³¹³ Ce matériel est également utilisé par la société GT Logistics.



Illustration 12 : caisson MICODAN en fonctionnement.

8.3.2 Utilisation de CO₂ en bâtiment

8.3.2.1 Gazage du bâtiment en entier

Cette méthode consiste à remplir le bâtiment avec du CO₂. La quantité de gaz peut être estimée par la formule empirique suivante : $W \text{ CO}_2 = V/8,7$ (W = poids du CO₂ en livres et V , volume du bâtiment en pieds cubes). Il convient donc de s'assurer d'un approvisionnement suffisant.³¹⁴

La répartition du gaz dans le bâtiment nécessite l'usage de plusieurs tubulures. Le gaz doit être injecté à 1 mètre au-dessus des oiseaux. Le gaz doit être délivré doucement en 30 à 60 minutes pour éviter que les volailles ne s'agglutinent et s'étouffent.³¹⁵ Une répartition hétérogène ou non contrôlée peut générer des dégâts du matériel d'élevage par le gel.³¹⁶ Il faut de 5 à 60 minutes pour atteindre des concentrations de 40 à 60 %.³¹⁷ Le gaz doit être laissé pendant au moins deux heures et il faut ventiler après administration pendant au moins 4 heures.³¹⁸ Les meilleures conditions météorologiques pour utiliser cette méthode sont une température de moins de 15 à 20°C avec peu de vent, ce qui favorise le maintien du gaz dans le bâtiment.³¹⁹

Le dioxyde de carbone tue les volailles dès qu'une teneur de 30 % est atteinte avec un temps suffisant.³²⁰

Cette méthode est assez rapide : il faut environ 10-15 minutes pour obtenir une perte de conscience des poules.³²¹

Cette méthode a été utilisée aux Pays-Bas en 2003 dans près de la moitié des cas sur des poulets et des dindes. La teneur obtenue est d'environ 40 % de CO₂, ce qui demande environ 35 minutes pour que les animaux commencent à mourir.³²²

313 CIFOG présentation «Impact de l'épizootie H5N8 – Plan d'action du CIFOG», dia 20, formation GT Logistics de septembre 2013.

314 AVMA, 2017, p. 211 et 213.

315 AUSVETPLAN, p. 53.

316 AVMA, 2017, p. 211.

317 AVMA, 2017, p. 212.

318 AUSVETPLAN, p. 53.

319 AUSVETPLAN, p. 52.

320 AVMA, 2017, p. 210.

321 Berg, p. 1058.

322 Benson, Depopulation methods, dia 6.

Avantages et inconvénients³²³

Avantages :

- il n'est pas nécessaire de manipuler les animaux vivants ;
- il faut peu de personnel ;
- les opérateurs sont moins exposés à l'agent pathogène s'il est zoonotique ;
- il y a peu de risque de diffusion de la maladie ;
- la biosécurité est optimale car il n'y a pas d'effusion de sang.

Inconvénients :

- il faut calfeutrer le bâtiment suffisamment mais nécessité de laisser une partie du toit ouvert pour que l'air s'échappe sous la pression du CO₂ ;
- les animaux qui s'agglutinent près de l'arrivée du gaz peuvent être gelés, car les températures peuvent atteindre -23°C à -85°C. L'usage d'un vaporisateur permet d'éviter l'exposition à des températures trop basses ;
- cette méthode est coûteuse en gaz, car il faut remplir tout le bâtiment pour atteindre une concentration de 50 à 60 %. Cependant, l'usage de mélange de CO₂ et de gaz inertes nécessiterait des volumes plus importants de gaz ;
- les agents pathogènes peuvent être poussés en dehors du bâtiment ;
- cette méthode présente également un danger pour le personnel et il faut être équipé en conséquence (matériel de respiration, masques).

Le facteur limitant de cette méthode est la vitesse d'enlèvement et de traitement des cadavres

8.3.2.2 Méthode de la tente de polyéthylène ³²⁴

Elle consiste à fixer des feuilles de plastique sur les parois et le plafond. Les bouteilles de CO₂ sont disposées tous les 15 mètres environ sur le sol avec les embouts parallèles au sol.

Avantages :

- l'équipement nécessaire est peu important ;
- cette méthode est peu coûteuse ;
- il n'est pas nécessaire de ramasser les volailles.

Inconvénients :

- elle nécessite 15 à 20 personnes expérimentées par bâtiment ;
- le plastique utilisé devient matière contaminante et doit être incinéré.

³²³ AVMA, 2017, p. 210 à 213, Benson, depopulation methods, dia 5, 6 et 26, Berg, p. 1058, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 32 et 33, NAHEMS, p. 41.

³²⁴ Benson, Depopulation methods, dia 14, 15 et 18.



Illustration 13 : mise en place de la méthode de la tente de polyéthylène (Benson)

8.3.2.3 Gazage d'une partie du bâtiment³²⁵

Cette méthode est adaptée quand les bâtiments sont semi-ouverts (ventilation passive). Il est alors possible de construire une chambre de gazage à l'aide de panneaux ou de bâches plastique dans une partie du bâtiment dans laquelle on introduit les animaux en les y menant. Ceci est plus facile avec les dindes qui se font plus facilement guider.

Avantages :

- il y a moins de manipulation des animaux qu'avec le ramassage.

Inconvénients :

- une partie du personnel est dans le bâtiment, donc potentiellement exposé au gaz ;
- il est nécessaire de construire la zone de gazage.

8.3.3 Contrôle de la perte de conscience et de la mort des animaux lors du gazage

Le début des battements d'ailes (mouvements convulsifs) correspond à la perte de conscience. L'arrêt des mouvements des animaux correspond à la mort des animaux.³²⁶

³²⁵ AVMA, 2017, p. 214 et 215.

³²⁶ Raj, 2008, p. 230.

8.4 Utilisation de mousses à base d'eau

L'AVMA considère cette méthode comme un mode de dépeuplement mais non d'euthanasie, car elle provoque une anoxie des animaux.³²⁷ Cette méthode est approuvée sous conditions aux États-Unis mais pas en Europe.³²⁸

Les mousses sont des mélanges de gaz, d'eau et de concentré de mousse et sont produites au moyen d'un équipement spécial à partir de concentré et d'air ou de gaz anoxique tels que des gaz inertes ou du CO₂.³²⁹ Cependant, il apparaît que l'ajout de CO₂ dans la mousse n'améliore pas l'efficacité de façon significative et augmente le coût d'utilisation.³³⁰

Les concentrés ont une composition qui varie d'un fabricant à l'autre et cela a un impact important sur les paramètres de la mousse. Elles doivent être biodégradables et non toxiques pour les poissons.³³¹

Le but de la méthode est d'obtenir 95 % de morts en 7 minutes et 100 % en 15 minutes.³³² La plupart des espèces meurent en moins de 5 minutes, moins de 10 minutes pour le canard.^{333 334}

Ces mousses peuvent être utilisées sur les différentes espèces (poulet, dinde, perdrix, cailles, canards). La durée de mise à mort est variable selon les espèces (jusqu'à 6-7 minutes pour le canard) selon différents tests. Les oiseaux aquatiques sont moins sensibles à l'hypoxie et l'anoxie du fait de leur capacité à retenir leur respiration. Cette caractéristique n'affecte pas les résultats et il n'est pas nécessaire de changer le procédé en dehors d'une augmentation du temps d'exposition par rapport au poulet. Comme il est recommandé de laisser la mousse jusqu'à ce qu'elle retombe, cela ne pose pas de problème en pratique. La perte d'activité cérébrale est obtenue chez le canard en environ 5 minutes.³³⁵

Les recherches montrent que les volailles meurent d'anoxie aussi vite voire plus rapidement et de manière plus régulière qu'avec le CO₂, en particulier sur de grands effectifs.³³⁶

Le stress occasionné par cette méthode n'est pas plus important qu'avec la méthode de référence (CO₂). Les animaux ne sont pas effrayés par l'aspersion par de la mousse.³³⁷

Les points techniques importants pour cette méthode sont les suivants :

- la taille des bulles ne doit pas dépasser 0,84 cm et doit de préférence être inférieure. Au-delà de cette taille, la mortalité n'est pas de 100 %. Toutefois, la taille optimale n'a pas été prouvée ;³³⁸
- l'épaisseur de la mousse doit dépasser de 15 cm la hauteur moyenne des volailles, ce qui peut représenter 1,40 mètre pour des dindes adultes ;³³⁹

327 USDA APHIS.

328 Benson, Conclusion, dia 3.

329 Benson, Basics of foam, dias 3, 15 et 17, NAHEMS, p. 42.

330 Benson, Science behind foam, dias 13 et 14.

331 Benson, Basics of foam, dias 4 et 14.

332 Just in time training, water based foam depopulation, p. 1, USDA APHIS.

333 AUSVETPLAN, p. 36, Benson, Science behind foam, dia 26.

334 Selon le guide de dépeuplement de l'AVMA (2017), p. 203 : Les volailles meurent d'asphyxie par obstruction des voies respiratoires par la mousse. Les poulets de chair meurent en 63 secondes, les dindes en 190 et les canards en 283 secondes.

335 Benson et al. 2009, p. 908 et 909, Benson, Science behind foam, dias 3 et 4, Powell et al., 2004, cité par Benson et al., 2009, p. 905.

336 Benson, Science behind foam, dias 7, 8, 12 et 18, Benson et al., 2007, p. 223, NAHEMS, p. 42, Thornber, 2014, p. 307.

337 Benson, Science behind foam, dia 17, Benson et al., 2007, p. 223, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 34.

338 Benson, Science behind foam, dia 19, Thornber et al., 2014, p. 306, USDA APHIS.

339 Thornber et al., 2014, p. 306, USDA APHIS.

- la persistance doit être d'au moins 30 minutes ;³⁴⁰
- la fluidité de la mousse s'évalue par le ratio d'expansion qui doit être entre 25:1 et 140:1. Des ratios moyens (20:1 à 200 :1) sont efficaces. Une mousse ayant un ratio faible par exemple de 35:1 peut ne pas s'accumuler suffisamment. La fluidité de la mousse doit être suffisante pour englober et enfouir les oiseaux sans possibilité de former de cavités par les mouvements des animaux. Il est important que les caractéristiques de la mousse correspondent à ces critères pour obtenir les buts fixés.³⁴¹
- l'humidité de la mousse a un impact sur sa qualité. Elle est alors plus lourde et moins épaisse , mais présente une létalité plus élevée.³⁴² Une mousse plus sèche aura un ratio d'expansion plus élevé ;³⁴³
- la mousse doit être produite de façon fiable entre 0 et 44°C et 10 à 100 % d'humidité ;³⁴⁴
- la qualité de l'eau (pH, dureté, salinité) a une influence sur la qualité de la mousse.³⁴⁵

En pratique, il existe deux méthodes de dépeuplement au moyen de mousse :

- au moyen d'un générateur, de type Kifco Aviguard.³⁴⁶ Ces systèmes permettent d'obtenir des mousses avec des ratios de 115:1 à 140:1. Le besoin en personnel est de 5 personnes : 1 à l'extérieur pour le générateur, 1 à 2 à l'intérieur pour l'application de la mousse, 1 à 2 pour la gestion des tuyaux. La mise en service peut se faire avec deux personnes uniquement.³⁴⁷ Les besoins en eau sont d'environ 30000 litres.³⁴⁸
- avec des systèmes portables à embout (par exemple, le Spumifer hand-held nozzle). Ce type de système permet d'obtenir un ratio de 35 :1 à 50:1. Ce matériel ne nécessite que 2 personnes. Les besoins en eau sont d'environ 20000 litres.³⁴⁹



Illustration 14 : Utilisation d'un système de type Kifco Aviguard (Benson)



Illustration 15 : Utilisation du système Spumifer (Benson)

³⁴⁰ Thornber et al., 2014, p. 306, USDA APHIS.

³⁴¹ Benson, Basics of foam, dia 7, Thornber et al., 2014, p. 306, USDA APHIS.

³⁴² Benson, Basics of foam, dia 9, Benson, Science behind foam, dia 20,

³⁴³ Benson, Basics of foam, dia 6, Just in time training, water based foam depopulation, p. 1

³⁴⁴ USDA APHIS.

³⁴⁵ Just in time training, water based foam depopulation, p. 2.

³⁴⁶ <http://www.kifco.com/OurProducts/AviFoamGuard/tabid/298/language/en-US/Default.aspx>

³⁴⁷ Benson, Implementing Foam Depopulation.

³⁴⁸ Benson, types of foam equipment, dia 7, 8 et 11, Just in time training, water based foam depopulation, p. 2.

³⁴⁹ AVMA, 2017, p. 202, Benson, types of foam equipment, dia 5, Just in time training, water based foam depopulation, p. 2.

Quel que soit le matériel utilisé, les embouts sont des éléments-clés du système.³⁵⁰

Avantages :³⁵¹

- la méthode est rapide à mettre en place ;
- le traitement se fait dans le bâtiment, ce qui réduit la manipulation des animaux vivants, le stress des animaux et la poussière émise et donc le risque de transmission s'il s'agit d'un agent zoonotique ;
- le dépeuplement peut se faire en bâtiment ouvert ou semi-ouvert (pas de nécessité de sceller, d'obturer) ;
- il faut peu de personnes (3 à 5) par rapport au traitement au CO₂, que ce soit en caisson, dans le bâtiment ou en tente ;
- le ramassage peut être réalisé par du personnel sans compétence particulière, voire peut être mécanisé ;
- si le compostage est utilisé pour détruire les carcasses, l'humidité apportée par l'utilisation de mousse est intéressante pour amorcer le procédé.

Inconvénients :³⁵²

- elle nécessite un bon niveau de compétence pour être utilisée ;
- un équipement spécifique est nécessaire ;
- il faut qu'il y ait beaucoup d'eau à disposition. Il faut donc prévoir le besoin et un approvisionnement suffisant, ce qui en fait le principal facteur limitant de la méthode ;
- cette méthode ne peut s'utiliser que sur les animaux élevés au sol et non en cage ;
- il y a un risque de glissade et d'irritations oculaires et cutanées pour le personnel ;
- l'équipe de dépeuplement ne doit pas quitter l'élevage avant que la mousse ne soit retombée afin d'évaluer la mort des animaux.

Cette méthode peut être améliorée d'un point de vue de la protection animale par l'utilisation d'une mousse sèche formée à partir d'azote ou de CO₂. L'utilisation de mousse à base de gaz a été testée avec de l'azote sur des poulets et des poules pondeuses et du CO₂ sur des poulets, des canards et des dindes. Ces méthodes ont prouvé leur efficacité pour la mise à mort de ces espèces dans les bâtiments d'élevage. Les animaux ne meurent pas d'obstruction des voies respiratoires mais d'anoxie ou d'intoxication par le CO₂.³⁵³

8.5 Euthanasique injectable

Cette méthode prend beaucoup de temps et de personnel et peut être envisagée pour de petits effectifs.³⁵⁴ L'euthanasique peut être administré en intracardiaque ou en intracérébrale par voie occipitale avec une seringue automatique. La cadence peut atteindre 500 volailles par vétérinaire et par heure.³⁵⁵ Par contre, l'administration intrapéritonéale d'agent euthanasique peut être irritante et ne pas entraîner une mort suffisamment rapide.³⁵⁶

350 Benson, types of foam equipment, dia 10.

351 Benson et al., 2007, p. 223 et 224, Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 34, Thornber et al., 2014, p. 307, NAHEMS, p. 42.

352 AVMA, 2017, p. 202 à 204, Benson et al., 2007, p. 224, Benson, basics of foam, dias 4 et 5, Benson, Science behind foam, dia 22, ust in time training, water based foam depopulation, NAHEMS, p. 42, Thornber et al., 2014, p. 307, USDA APHIS.

353 Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 33, Mc Keegan et al., 2013.

354 Berg, p. 1056.

355 DDCSPP du Gers et des Landes.

356 Berg, p. 1056, NAHEMS, p. 41.

8.6 Usage d'anesthésique complété par une méthode de mise à mort

L'alphachloralose est utilisé comme anesthésique chez les volailles afin de faciliter la mise à mort par un moyen complémentaire, tel que la dislocation cervicale ou l'étouffement.³⁵⁷ Cette méthode entre dans le cadre des dérogations permises par l'art. 18 du RE 1099/2009 et peut donc être utilisée dans ce cas mais pas en première intention.³⁵⁸

Une dose suffisante doit être ingérée pour un effet adéquat. Dans ce but, les animaux peuvent être mis à la diète afin d'augmenter la prise du produit. Cependant, la dose prise par chaque individu peut être très variable.³⁵⁹

La note DGAL/SDSPA/N2006-8105 précise les modalités pratiques d'utilisation de l'alphachloralose.

Il s'agit un produit nocif pour les opérateurs par inhalation et par ingestion, aussi des précautions doivent être prises lors de son mélange à l'aliment (port d'équipement de protection individuelle : gants, vêtements, lunettes, masques).

Les aliments non consommés et les déchets (sacs), les eaux contaminées doivent être recueillis dans des récipients clos et étanches.

La préparation du mélange relève de la réglementation des préparations extemporanées et ne peut donc être réalisée que sous la responsabilité d'un vétérinaire (qu'il soit fonctionnaire ou non selon Art. L. 243-3 du code rural et de la pêche maritime) ou un pharmacien (article L5143-2 code de la santé publique).³⁶⁰

Avantages :

- son usage annule le stress occasionné aux animaux par leur ramassage ;
- le ramassage est facilité.

Inconvénients :³⁶¹

- le chloralose est utilisé à la concentration de 3 % dans l'aliment. Aux doses les plus fortes, il rend l'aliment peu appétent du fait de sa saveur amère ;
- l'endormissement apparaît parfois assez rapidement et induit une baisse de la consommation et peut donc être insuffisant ;
- en cas de pathologie, l'ingestion d'aliment peut être diminuée, ce qui réduit l'efficacité du produit ;
- l'effet dure moins de 4 heures, parfois seulement une heure à une heure et demie d'où la nécessité de ramasser au fur et à mesure les oiseaux ce qui pose donc une contrainte sur le nombre de personnes nécessaires ;
- son usage nécessite l'utilisation d'une méthode complémentaire de mise à mort.

³⁵⁷ Berg, p. 1059, NS DGAL/SDSPA/N2006-8105.

³⁵⁸ Gerbier, 2017, note sur l'utilisation de l'alphachloralose suivie de l'anoxie en sacs étanches.

³⁵⁹ AUSVETPLAN, p. 22, Galvin et al. 2005, p. 720.

³⁶⁰ Gerbier, 2017, note sur l'utilisation de l'alphachloralose suivie de l'anoxie en sacs étanches.

³⁶¹ Humane Slaughter Association : On-farm killing for disease control, p. 35. NS DGAL/SDSPA/N2006-8105, RETEX alphachloralose.

8.7 Arrêt de la ventilation du bâtiment

Cette méthode a été développée aux États-Unis du fait des contraintes posées par l'ampleur de l'épizootie Influenza aviaire hautement pathogène de 2014-2015 (nombre de cas déclarés important, dépassement des capacités des méthodes plus conventionnelles, contrainte de la règle des 24h pour dépeupler un élevage). Toutefois, elle doit donc être envisagée après une analyse de la situation et du risque encouru.³⁶²

Selon l'USDA, cette méthode de mise à mort ne doit être utilisée que lorsque d'autres méthodes ne sont pas disponibles, notamment par manque de personnel ou ne permettent pas un dépeuplement dans le temps imparti et que la maladie en cause représente une menace pour les autres élevages. l'USDA a édité un arbre de décision reprenant ces éléments. Cette méthode doit donc être utilisée au cas par cas.³⁶³

Son usage est agréé au Royaume-Uni pour le dépeuplement des élevages de volailles en cas de danger sanitaire.³⁶⁴ Cependant, les autorités australiennes ne recommandent pas cette méthode par manque d'information et de recherche.³⁶⁵ Cette méthode n'est pas considérée par certains comme acceptable.³⁶⁶

Les aérations du bâtiment sont fermées et la ventilation est arrêtée. L'eau ne doit pas être coupée. La densité des oiseaux doit être augmentée, en bloquant les animaux dans certaines parties du bâtiment. Un fort taux d'humidité d'au moins 75 % est préférable.³⁶⁷ Il faut prévoir de mesurer la température interne en différents endroits et il est nécessaire d'atteindre la température de 40°C dans le bâtiment en 30 minutes et de la maintenir entre 40 et 43°C pendant au moins 3 heures.³⁶⁸ Des recherches récentes indiquent qu'il est parfois nécessaire de chauffer pour atteindre ces températures. Des systèmes de chauffage par ventilation d'air chaud peuvent être utilisés. Il est préférable d'utiliser de nombreux petits appareils qu'un faible nombre de gros appareils. Le chauffage doit être prévu pour tenir compte des variations d'élévation de température liées au bâtiment.^{369 370} L'ajout de CO₂ n'est pas recommandé.³⁷¹

Les oiseaux meurent alors d'hyperthermie. Cette méthode est plus efficace lorsque les animaux sont élevés en cages sur plusieurs étages.³⁷²

Une fois la procédure terminée, un contrôle afin de vérifier la mort des animaux doit être réalisé après aération et évacuation de l'ammoniac, et descente de la température vers 30°C.³⁷³

362 AVMA, 2017, p. 201 et 202, USDA, HPAI Outbreak 2014-2015 Ventilation Shutdown Evidence & Policy, page 2 et 3.

363 Gingerich, Using Ventilation Shutdown for Emergency Mass Depopulation of Poultry, dias 25, 29, 34, AVMA, 2017, p. 220.

364 NAHEMS, p. 43.

365 AUSVETPLAN, p. 36.

366 Gingerich, Using Ventilation Shutdown for Emergency Mass Depopulation of Poultry, dias 18.

367 USDA, Using Ventilation Shutdown to control HPAI, p. 1 et 2, Gingerich, Using Ventilation Shutdown for Emergency Mass Depopulation of Poultry, dia 13,

368 AVMA, 2017, p. 219, USDA, Using Ventilation Shutdown to control HPAI, p. 3.

369 AVMA, 2017, p. 219 et 220, USDA, Using Ventilation Shutdown to control HPAI, p. 2.

370 Des indications pratiques quant à ce chauffage sont données dans le document Using Ventilation Shutdown to control HPAI, appendix C, page 6.

371 USDA, Using Ventilation Shutdown to control HPAI, p. 1.

372 AVMA, 2017, p. 218.

373 USDA, Using Ventilation Shutdown to control HPAI, p. 3.

Avantages :³⁷⁴

- la mort des animaux est rapide et l'excrétion de l'agent pathogène est stoppée, notamment pour l'IAHP ;
- peu de personnel est nécessaire ;
- l'exposition du personnel à l'agent pathogène est minimale.

Inconvénients :³⁷⁵

- les cadavres des oiseaux peuvent être difficiles à retirer, notamment s'ils sont élevés en cage ;
- certains oiseaux peuvent ne pas mourir et donc nécessiter l'utilisation d'une autre méthode.

374 AVMA, 2017, p. 217 et 218, Gingerich, Using Ventilation Shutdown for Emergency Mass Depopulation of Poultry, dia 17.

375 Gingerich, Using Ventilation Shutdown for Emergency Mass Depopulation of Poultry, dia 18.

Conclusion

Cette étude recense et évalue les méthodes possibles pour réaliser un dépeuplement chez les bovins, les petits ruminants, les porcins et les volailles et **propose des tableaux d'aide au choix** en fonction de différents critères, tels que l'espèce, la conformité réglementaire, l'aptitude à un dépeuplement en nombre, la biosécurité, la nécessité de compétences spécifiques des opérateurs, la sécurité des personnes ou le risque médiatique.

Ces tableaux sont présentés dans la partie «tableaux synthétiques» du mémoire.

Bien que de tels outils soient uniquement indicatifs afin de guider le choix, il est possible de mentionner pour chaque espèce les méthodes disponibles ou facilement accessibles présentant le meilleur compromis en fonction des critères d'évaluation les plus pertinents.

Concernant **l'abattage des bovins**, la meilleure méthode possible est **l'utilisation de dispositif à tige perforante amélioré par l'utilisation de tige plus longue**, occasionnant la mort des animaux sans nécessiter d'utiliser une méthode de mise à mort complémentaire. Un tel abattage présente l'inconvénient de devoir réaliser une contention individuelle des animaux contrebalancé par l'absence de nécessité d'une qualification particulière, comme c'est le cas pour l'utilisation d'euthanasique. Afin d'assurer une mise à mort certaine et immédiate, il est possible d'ajouter une opération de jonchage. L'association assomage-jonchage présente toutefois l'inconvénient de présenter un risque concernant la biosécurité. Si ce critère est primordial, il vaut mieux alors opter pour **l'injection d'euthanasique par voie intraveineuse**. Les inconvénients de cette dernière méthode étant la nécessité de disposer de personnel doté du doctorat vétérinaire et de devoir réaliser la contention de chaque animal.

Le dépeuplement des élevages de **petits ruminants** peut être réalisé avec efficacité, rapidité et sans effusion de sang en utilisant **l'application d'un courant électrique en un temps** (ou tête-corps), en utilisant un système de contention mécanisé de type restrainer. Cette méthode permet de mettre à profit la nature grégaire de ces espèces animales et ainsi, d'éviter la manipulation individuelle des animaux. Étant déjà utilisé en abattoir, ce type de système peut être aisément développé par les équipementiers. Si la contention de chaque animal est possible, l'utilisation de l'électricité en deux temps ou de l'association dispositif à tige perforante-jonchage apparaissent comme de bonnes solutions, au détriment de la biosécurité pour la dernière.

Deux options permettant une mise à mort en nombre, avec une biosécurité maximale et en évitant les manipulations individuelles des animaux, apparaissent comme les plus pertinentes pour **les porcins**. Pour **les porcs de plus de 25 kg environ**, **l'utilisation de l'électricité en un temps** ou tête-corps, **ou en deux temps**, combinée avec un système de restrainer mécanisé permettant l'immobilisation répond à la nécessité d'avoir une vitesse d'abattage suffisante pour de grands effectifs. L'idéal serait de disposer d'un restrainer réglable en largeur afin de l'adapter aux différents gabarits des animaux.

Pour **les animaux plus petits**, **un système de gazage au CO₂ ou utilisant un mélange de CO₂ et de gaz neutre** répond également aux critères les plus importants, qui sont la vitesse d'exécution et une bonne biosécurité. L'utilisation de caissons adaptés permettrait également d'utiliser le gazage au CO₂ pour les animaux plus lourds.

Les méthodes de dépeuplement actuellement mises en œuvre **en élevage de volailles (électronarcose à bain d'eau et gazage au CO₂ en caisson)** par la société GT Logistics répondent favorablement aux critères les plus importants de mise à mort rapide et avec une biosécurité optimale, hormis la nécessité de ramassage des volailles qui nécessite beaucoup de main-d'œuvre. Bien qu'actuellement non listée dans l'annexe I du RE 1099/2009 et donc non réglementaire, l'utilisation de mousse à bain d'eau par sa grande adaptabilité à différents types de bâtiments (fermés ou semi-ouverts) et sa grande efficacité sur les différentes espèces d'oiseaux, y compris les canards, apparaît comme une option envisageable, notamment dans le cadre d'une dérogation au respect de règlement en cas d'abattage de dépeuplement.

Pour des effectifs moins importants ou quand les moyens en personnel et la sécurité des personnes le permettent, l'utilisation de dispositifs non perforants à air comprimé réalisant une percussion crânienne, présents sur le marché, constitue une méthode à intégrer dans les options possibles avec les méthodes déjà utilisées.

Le mémoire propose également **des modes opératoires normalisés** inspirés de ce qui est mis en place dans les établissements d'abattage, principalement destinés au contrôle du respect de la protection animale pour les méthodes actuellement retenues ou utilisées pour l'espèce porcine et les volailles.

Pour le porc, l'utilisation :

- de dispositif à tige perforante associée à l'injection létale ;
- de dispositif à tige perforante associée au jonchage ;
- de pinces électriques pour une mise à mort en deux temps.

Pour les volailles :

- l'injection d'euthanasique ;
- l'utilisation du CO₂ en caisson ;
- l'électronarcose à bain d'eau ;
- l'utilisation de l'alphachloralose associé à l'anoxie.

Ces documents sont volontairement limités à une page A4 pour aller à l'essentiel et constituer un document de travail. Ils peuvent également servir de base pour élaborer des procédures.

Enfin, certains éléments du tableau synthétique «critères de choix d'une méthode de dépeuplement» n'ont pu être renseignés dans le temps imparti. Il s'agit notamment des données de capacité horaire ou journalière pour les différentes méthodes. Leur connaissance est très utile afin de dimensionner un chantier de dépeuplement. De même, le temps a manqué pour obtenir des informations complètes sur les méthodes utilisées ou prévues dans les autres pays de l'Union Européenne. Un partage d'informations au niveau européen semble indispensable afin d'une part, de gagner du temps de recherche-développement et d'autre part, de bénéficier des retours d'expérience. Un travail ultérieur permettrait de compléter ces informations.

Tableaux synthétiques

Tableau 1 : méthodes de dépeuplement possibles par espèce et par âge

Tableau 2 : critères de choix d'une méthode de dépeuplement

	Arme à feu	Dispositif à tige perforante seul	Dispositif à tige perforante + autre méthode	Percussion du crâne seule	Percussion du crâne + autre méthode	Électroanesthésie	Toxique par voie orale	Euthanasiant	Gazage	Anoxie	Arrêt de la ventilation	Utilisation de mousse
Bovins adultes												
Veaux												
Veaux nouveaux-nés												
Petits ruminants adultes												
Agneaux / chevreaux												
Agneaux / chevreaux, moins de 5 kg												
Porcs adultes (truie, verrat)												
Porcs charcutiers												
Porcelets de 10 à 35 kg												
Porcelets de 5 à 10 kg												
Porcelets de moins de 5 kg												
Poulets												
Dindes												
Canards/oies												

Tableau 1 : méthodes de dépeuplement possibles par espèce et par âge.

Tableau 2 : critères de choix d'une méthode de dépeuplement

Espèce	Âge / poids / espèce	Méthode	Type de méthode ¹	Individuelle, collective ?	Conformité RE 1099/2009	Contention individuelle ?	Manipulation des animaux après mise à mort ?	Rapidité ³	Capacité par heure ou par jour	Expertise technique	Compétence spécifique	Biosécurité ⁴	Sécurité des personnes ⁵	Nombre de personnes nécessaires	Risque médiatique	Risque pour l'environnement	Disponibilité en France	Disponibilité autres pays de l'UE
Bovins	Tous âges	Dispositif à tige perforante seul	M	I	O	O	O	-	20-60/h	N	N	-	+	2	N	N	O	O
Bovins	Tous âges	Dispositif à tige perforante + saignée	M	I	O	O	O	-	20-60/h	N	N	--	+	3	N	N	O	O
Bovins	Tous âges	Dispositif à tige perforante + euthanasique	M, C	I	O	O	O	-	20-60/h	O	O	-	+ / -	3	N	N	O	O
Bovins	Tous âges	Dispositif à tige perforante + jonchage	M	I	O	O	O	-	20-60/h	N	N	-	+ / -	3	O	N	O	O
Bovins	Tous âges	Arme à feu	M	I	O	N	O	+	300/tireur/j	O	O	-	-	1	O	N	O	O
Bovins	Veaux	Electronarcose en deux temps	E	I	O	O	O	-	?	N	N	++	-	2	N	N	N	?
Bovins	Veaux	Electronarcose en un temps	E	I	O	O	O	+	?	N	N	++	+	1	N	N	N	?
Bovins	Tous âges	Injection d'euthanasique	C	I	O	O	O	-	Environ 20/h	O	O	+	+ / -	2	N	N	O	O
Petits ruminants	Tous âges	Dispositif à tige perforante + saignée	M	I	O	O	O	-	?	N	N	--	+	3	N	N	O	O
Petits ruminants	Tous âges	Dispositif à tige perforante + euthanasique	M, C	I	O	O	O	-	?	O	O	-	+ / -	3	N	N	O	O
Petits ruminants	Tous âges	Dispositif à tige perforante + jonchage	M	I	O	O	O	-	?	N	N	-	+ / -	3	O	N	O	O
Petits ruminants	Adulte	Arme à feu	M	I	O	N	O	+	1000/tireur/j	O	O	-	-	1	O	N	O	O
Petits ruminants	Nouveaux-nés	Percussion du crâne	M	I	O	O	O	-	Max 70/pers/j	N	N	+	+	1	O	N	O	O
Petits ruminants	Tous âges	Electronarcose + saignée	E, M	I	O	O	O	-	?	N	N	--	-	2	N	N	O	O
Petits ruminants	Tous âges	Electronarcose en un temps	E	I	O	O	O	+	?	N	N	++	+	1	N	N	O	?
Petits ruminants	Tous âges	Electronarcose en deux temps	E	I	O	N	O	-	?	N	N	++	-	2	N	N	O	?
Petits ruminants	Tous âges	Gazage au CO ₂	G	C	O	N	N	+	?	O	N	++	+	1	O	N	N	?
Petits ruminants	Tous âges	Gazage au gaz inertes	G	C	O	N	N	-	?	O	N	++	+	1	O	N	N	?
Petits ruminants	Tous âges	Injection d'euthanasique	C	I	O	O	O	-	20-60/h	O	O	+	+ / -	2	N	N	O	O
Porcs	> 10 kg	Dispositif à tige perforante + saignée	M	I	O	O	O	-	?	N	N	--	+	3	N	N	O	O
Porcs	> 10 kg	Dispositif à tige perforante + euthanasique	M, C	I	O	O	O	-	?	O	O	-	+ / -	3	N	N	O	O
Porcs	> 10 kg	Dispositif à tige perforante + jonchage	M	I	O	O	O	-	?	N	N	-	+ / -	3	O	N	O	O
Porcs	Charcutiers, adultes	Arme à feu	M	I	O	N	O	-	?	O	O	-	-	1	O	N	O	O

O : oui N : non ? : non déterminé

1. Type de méthode. M : mécanique, E : électrique, C : chimique, G : gazeuse, A : asphyxie, H : hyperthermie.

2. I : méthode individuelle, C : méthode collective.

3. Rapidité. + : méthode rapide, - : méthode peu rapide.

4. Biosécurité. -- : forte effusion sanguine, - : émission de fluides corporel en faible quantité, + : possibilité d'émission de fluide corporel, ++ : absence d'émission de fluide corporel – biosécurité optimale -

5. Sécurité des personnes. - : méthode présentant un danger, -/+ : méthode pouvant présenter un danger, + : méthode ne présentant pas de danger

Porcs	5 kg< P <35 kg	Dispositif à tige non perforante + saignée	M	I	O	O	O	-		N	N	--	+	3	N	N	O	O
Porcs	< 5 kg	Percussion du crâne	M	I	O	O	O	-	Max 70/pers/j	N	N	+	+	1	O	N	O	O
Porcs	>1 semaine	Electronarcose en un temps	E	I	O	O	O/N	+	?	N	N	++	+	1	N	N	O	O
Porcs	Tous âges	Electronarcose en deux temps	E	I	O	N	O	-	?	N	N	++	-	2	N	N	O	O
Porcs	Tous âges	Electronarcose + saignée	E, M	I	O	O	O	-	?	N	N	--	-	2	N	N	O	O
Porcs	Tous âges	Gazage au CO ₂	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	+	1	O	N	N	O
Porcs	Tous âges	Gazage au CO ₂ + gaz inertes	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	+	1	O	N	N	O
Porcs	Tous âges	Gazage au gaz inertes	G	C	O	N	N	-	Selon caisson	O	N	++	+	1	O	N	N	?
Porcs	Tous âges	Gazage au CO	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	-	1	O	N	N	?
Porcs	Tous âges	Injection d'euthanasique	C	I	O	O	O	-	?	O	O	+	+ / -	2	N	O	O	O
Volailles	Toutes espèces	Dispositif à tige non perforante + saignée	M	I	O	O	O	-	?	N	N	--	+	2	N	N	N	N
Volailles	Toutes espèces	Dispositif à tige non perforante seul	M	I	O	O	O	-	?	N	N	+	+	1	N	N	N	O
Volailles	< 5kg	Percussion manuelle du crâne	M	I	O	O	O	-	Max 70/pers/j	N	N	+	+	1	N	N	N	O
Volailles	< 3kg	Dislocation cervicale manuelle	M	I	O	O	O	-	Max 70/pers/j	N	N	++	+	1	O	N	O	O
Volailles	Toutes espèces	Dislocation cervicale mécanisée	M	I	O	O	O	-	?	N	N	++	+	1	O	N	O	O
Volailles	Toutes espèces	Décapitation	M	I	N	O	O	-	?	N	N	--	+	1	O	N	O	O
Volailles	Toutes espèces	Electronarcose à la tête + saignée	E	I	O	O	O	-	Environ 600/h	N	N	--	+	1-2	N	N	O	O
Volailles	Toutes espèces	Electronarcose + dislocation cervicale	E, M	I	O	O	O	-	Max 70/pers/j	N	N	++	+	1-2	N	N	O	O
Volailles	Toutes espèces	Electronarcose + asphyxie	E, A	I	N	O	O	-	Environ 600/h	N	N	++	+	1-2	O	N	O	?
Volailles	Toutes espèces	Electronarcose à bain d'eau	E	I	O	O	O	+	1000/h	O	N	++	+	2	N	N	O	O
Volailles	Tous âges	Gazage au CO ₂ en caisson	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	+	1	O	N	O	?
Volailles	Tous âges	Gazage au CO ₂ en bâtiment	G	C	O	N	N	+	Selon effectif	O	N	++	+ / -	Variable	O	N	O	?
Volailles	Tous âges	Gazage au CO ₂ + gaz inertes	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	+	1	O	N	N	?
Volailles	Tous âges	Gazage au gaz inertes	G	C	O	N	N	-	Selon caisson	O	N	++	+	1	O	N	N	?
Volailles	Tous âges	Gazage au CO	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	-	1	O	N	N	?
Volailles	Tous âges	gazage au CO + d'autres gaz	G	C	O	N	N	+	Selon caisson	O	N	++	-	1	O	N	N	?
Volailles	Tous âges	Asphyxie par utilisation de mousse	A	C	N	N	N	+	Selon effectif	O	N	++	+	2 à 5	N	N	N	?
Volailles	Tous âges	Injection d'euthanasique	C	I	O	O	O	-	500/vet/h	O	O	++	-	2-3	N	N	O	O
Volailles	Tous âges	Alphachloralose + asphyxie	C, A	C	N	N	N	-	Selon effectif	O	O	++	- / +	Variable	N	O	O	?
Volailles	Tous âges	alphachloralose + injection léthale	C	I	O	O	O	-	Selon effectif	O	O	+	-	1	N	O	O	?
Volailles	Tous âges	Arrêt de la ventilation	H	C	N	N	O	+	Selon effectif	N	N	++	+	1	O	N	O	?

O : oui N : non ? : non déterminé

1. Type de méthode. M : mécanique, E : électrique, C : chimique, G : gazeuse, A : asphyxie, H : hyperthermie.

2. I : méthode individuelle, C : méthode collective.

3. Rapidité. + : méthode rapide, - : méthode peu rapide.

4. Biosécurité. -- : forte effusion sanguine, - : émission de fluides corporel en faible quantité, + : possibilité d'émission de fluide corporel, ++ : absence d'émission de fluide corporel – biosécurité optimale -

5. Sécurité des personnes. - : méthode présentant un danger, -/+ : méthode pouvant présenter un danger, + : méthode ne présentant pas de danger

Propositions de modes opératoires normalisés

Ces documents sont inspirés des documents mis en place dans les abattoirs en application des prescriptions du règlement européen 1099/2009 dans le paragraphe 2 de son article 6 :

1. Les exploitants planifient à l'avance la mise à mort des animaux et les opérations annexes et effectuent celles-ci selon des modes opératoires normalisés.
2. Les exploitants établissent et appliquent ces modes opératoires normalisés de sorte que la mise à mort et les opérations annexes soient réalisées conformément à l'article 3, paragraphe 1»
En ce qui concerne l'étourdissement, les modes opératoires normalisés:
 - a) tiennent compte des recommandations des fabricants;
 - b) définissent, pour chaque méthode utilisée, sur la base des éléments scientifiques disponibles, les paramètres essentiels énoncés à l'annexe I, chapitre I, qui garantissent leur efficacité pour l'étourdissement des animaux;
 - c) précisent les mesures à prendre lorsqu'il ressort des contrôles visés à l'article 5 que l'animal n'a pas été étourdi correctement ou, dans le cas d'animaux abattus conformément à l'article 4, paragraphe 4³⁷⁶, qu'il présente encore des signes de vie

,Ils s'articulent chacun en quatre parties :

- une indication du nombre de personnes nécessaires pour une unité de travail ;
- une description des points essentiels concernant la méthode utilisée en s'appuyant sur l'annexe I du règlement européen 1099/2009 ou les données techniques issues de la documentation bibliographique.
- l'exposé de critères permettant d'évaluer la mise en application adéquate (l'effectivité) de la méthode
- un rappel des critères permettant d'évaluer l'efficacité de la perte de conscience et de la mort des animaux

Ils sont principalement destinés au chef de chantier de dépeuplement ou au responsable protection animale et proposent des actions correctives à réaliser.

À la demande de la Mission des Urgences Sanitaires de la DGAL, les modes opératoires normalisés ont été élaborés pour les méthodes suivantes qui ont été utilisées ou retenues.

Pour le porc, l'utilisation :

- de dispositif à tige perforante associée à l'injection léthale
- de dispositif à tige perforante associée au jonchage
- de pinces électriques pour une mise à mort en deux temps

Pour les volailles :

- l'injection d'euthanasique
- l'utilisation du CO₂ en caisson
- l'électronarcose à bain d'eau
- l'utilisation de l'alphachloralose associé à l'anoxie

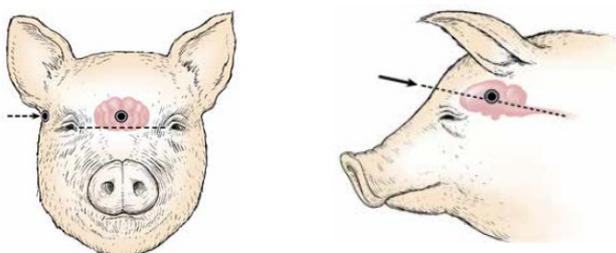
376 Il s'agit de l'abattage rituel.

Mise à mort par un dispositif à tige perforante associé à l'injection léthale

Besoin en personnel : 3 personnes. Une pour la contention, une pour l'assommage, un vétérinaire pour l'euthanasie

Mode opératoire

- Contenir l'animal au moyen d'un lasso.
- Utiliser le matériel (charge et longueur de la tige) en accord avec les préconisations du fabricant.
- Positionnement du tir :
 - Appliquer fermement le pistolet au milieu du front :
 - pour les charcutiers : 1 centimètre au-dessus d'une ligne unissant les deux yeux
 - pour les adultes : 2 centimètres au-dessus de cette ligne et décentré
 - orienté vers la queue de l'animal



Positionnement et orientation du matador chez les porcins (Shearer, 2013)

Contrôle de l'effectivité de la méthode

Le crâne présente un orifice et le point d'impact doit être situé au point indiqué précédemment.

Contrôle de l'efficacité de la méthode

Contrôle de l'étourdissement. Juste après le tir, il doit être observé :

- la chute de l'animal et l'absence de tentative de relever
- des contractions musculaires toniques suivies d'un relâchement puis de mouvements de pédalage des membres assez violents pendant une à deux minutes
- l'absence :
 - de respiration (présence possible de mouvements respiratoires erratiques)
 - de réflexe cornéen et de réflexe à la menace
 - de vocalisations
 - de réponse à un stimulus douloureux

En cas d'observation de signes contraires, procéder à un deuxième assommage

La mise à mort de l'animal est confirmée après 7 minutes par l'absence :

- de battements cardiaques (utilisation d'un stéthoscope ou par le toucher)
- de mouvements respiratoires

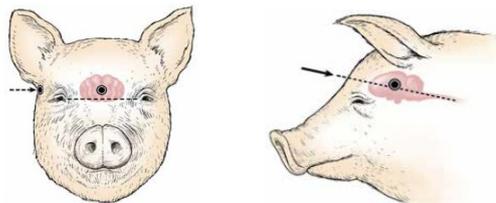
Procéder à une injection intracardiaque d'euthanasique si des signes de vie persistent.

Étourdissement par un dispositif à tige perforante associé au jonchage

Besoin en personnel : 4 personnes. Une pour la contention, une pour l'assommage, une pour le jonchage, un vétérinaire pour l'euthanasie.

Mode opératoire

- Contenir l'animal au moyen d'un lasso.
- Utiliser le matériel (charge et longueur de la tige) en accord avec les préconisations du fabricant.
- Positionnement du tir :
 - Appliquer fermement le pistolet au milieu du front :
 - pour les charcutiers : 1 centimètre au-dessus d'une ligne unissant les deux yeux
 - pour les adultes : 2 centimètres au-dessus de cette ligne et décentré
 - orienté vers la queue de l'animal



Positionnement et orientation du dispositif à tige perforante chez les porcins (Shearer, 2013)

- Jonchage et contrôle de l'effectivité de la méthode :
 - le crâne présente un orifice et le point d'impact doit être situé au point indiqué précédemment.
 - se positionner du côté du dos de l'animal (il y a des mouvements des membres lors du jonchage)
 - introduire la tige dans l'orifice créé par la tige perforante, dans l'axe du corps de l'animal
 - la mobiliser par des mouvements de va-et-vient

Contrôle de l'efficacité de la méthode

Contrôle de l'étourdissement. Juste après le tir, il doit être observé :

- la chute de l'animal et l'absence de tentative de relever
- des contractions musculaires toniques suivies d'un relâchement puis de mouvements de pédalage des membres assez violents pendant une à deux minutes
- l'absence :
 - de respiration (présence possible de mouvements respiratoires erratiques)
 - de réflexe cornéen et de réflexe à la menace
 - de vocalisations
 - de réponse à un stimulus douloureux

En cas d'observation de signes contraires, procéder à un deuxième assommage

La mise à mort de l'animal est confirmée immédiatement après jonchage par l'absence :

- de battements cardiaques (utilisation d'un stéthoscope ou par le toucher)
- de mouvements respiratoires
-

**Procéder à :
une injection intracardiaque d'euthanasique ou un deuxième jonchage
si des signes de vie persistent.**

Étourdissement et mise à mort au moyen de pinces électriques

Besoin en personnel : 2 à 3 personnes. une pour la conduite dans le restrainer en cas d'utilisation, une pour la manipulation de la pince, une pour positionner le porc.

Mode opératoire

- l'animal n'est pas contenu ou est contenu dans un restrainer
- Utiliser le matériel (paramètres électriques) en accord avec les préconisations du fabricant. L'ampérage doit être au minimum de 1,3 A.
- Positionnement de la pince :
 - 1^{er} temps (électronarcose) : appliquer les électrodes de chaque côté de la tête pendant au moins 3 secondes dans les 15 secondes,
 - 2^e temps (arrêt cardiaque) : appliquer la pince pendant 15 secondes en enserrant le thorax pour mettre à mort l'animal

Contrôle de l'effectivité et de l'efficacité de la méthode

Contrôle de l'étourdissement.

Après le 1^{er} temps, il doit être observé :

- la chute de l'animal et l'absence de tentative de relever
- une phase de contraction musculaire tonique (environ 10-20 secondes) suivie par des convulsions pendant environ 15-45 secondes
- l'absence :
 - de respiration (présence possible de mouvements respiratoires erratiques)
 - de réflexe cornéen et de réflexe à la menace
 - de vocalisations
 - de réponse à un stimulus douloureux

En cas d'observation de signes contraires, renouveler le 1^{er} temps

La mise à mort de l'animal après le 2^e temps est confirmée après par l'absence :

- de battements cardiaques (utilisation d'un stéthoscope ou par le toucher)
- de mouvements respiratoires

Renouveler le 2^e temps si des signes de vie persistent.

Mise à mort par injection post-occipitale d'euthanasique

Besoin en personnel : 4. 1 vétérinaire pour l'injection, 2 attrapeurs et 1 ramasseur.

Mode opératoire

- les volailles sont ramassées et présentées au vétérinaire par les attrapeurs
- l'injection est réalisée à la dose adéquate par voie post-occipitale



Posologie indicative	T 61®	DOLETHAL®	EUTHASOL®
CANARDS			
Canetons	0,2	0,4	0,2
Prêt A Gaver	0,3	1,2	0,6
En gavage	0,3-04 (oies 0,8)	1,2	0,6
Reproducteur	0,3	1,2	0,6
POULETS / PINTADES / AUTRES (même gabarit)			
Tous âges	0,3	0,5	0,3

- les volailles sont mises en attente pendant 2 minutes pour la vérification de la mise à mortalité
- elles sont ensuite placées dans un big bag ou une benne d'équarrissage

Contrôle de l'effectivité

- vérifier que la dose injectée est bien celle prévue
- vérifier que l'animal perd conscience après l'injection :
 - en moins de 10 secondes avec le T61®
 - en 10 à 20 secondes avec le DOLETHAL®

Modifier la dose utilisée si l'effet n'est pas suffisant

Contrôle de l'efficacité de la mise à mort

À l'issue de la mise en attente, il doit y avoir l'absence de :

- mouvements respiratoires
- battement d'ailes
- vocalisations
- tentative de relever
- réflexe cornéen

En cas d'observation de signes contraires, procéder à une nouvelle injection

Étourdissement et mise à mort par gazage au CO₂

Besoin en personnel : 1 personne

Mode opératoire

- les volailles sont ramassées
- elles sont placées dans le caisson avec la même densité que pour le transport *
- le gaz carbonique est injecté dans le caisson
- procéder de même pour la deuxième couche

Contrôle de l'effectivité

- vérifier que le pourcentage de gaz carbonique est bien supérieur à 70 % en fin d'administration

Contrôle de l'efficacité de la méthode

Contrôle de l'étourdissement

Il doit y avoir l'absence :

- de battement d'ailes
- de vocalisations
- de tentative de relever

Contrôle de la mise à mort

- retirer 5 animaux du caisson toutes les heures
- attendre 5 minutes
- vérifier l'absence de signes de vie (mouvements respiratoires, vocalisations, battements d'ailes, tentative de relever, réflexes cornéens)

**En cas d'observation de signes contraires,
injecter de nouveau du gaz dans le caisson
ou procéder à une dislocation du cou
ou réaliser une injection d'euthanasiques**

Vérifier et modifier le pourcentage de CO₂ et le temps d'exposition

*Elles doivent se tenir debout et pas trop serrées pour éviter que certaines soient protégées de l'action du gaz.

Étourdissement et mise à mort par électronarcose à bain d'eau

Besoin en personnel : 3 personnes. Deux pour l'accrochage des volailles, une pour le contrôle, un vétérinaire pour l'euthanasie si nécessaire.

Mode opératoire

- les volailles sont prises et accrochées par les deux pattes à des étriers
- utiliser le matériel (paramètres électriques) en accord avec les préconisations du fabricant
- vérifier que les paramètres électriques sont réglés pour obtenir la mort des animaux, soit l'application d'un courant de 400 mA par volaille et d'une fréquence de 50 Hz pendant au moins 4 secondes
- les volailles ne doivent pas subir de pré-chocs électriques

Contrôle de l'effectivité

- les volailles doivent rentrer dans le bain d'eau jusqu'à la base des ailes
- l'application du courant doit être au moins de 4 secondes

Contrôle de l'efficacité de la méthode**Contrôle de l'étourdissement**

Observer 2 critères parmi les suivants.

absence :

- de battement d'ailes
- de vocalisations
- de tentative de relever

En cas de doute, vérifier l'absence de réflexe cornéen

Contrôle de la mise à mort

- retirer 5 animaux toutes les heures en sortie de bain
- attendre 5 minutes
- vérifier l'absence de signes de vie (mouvements respiratoires, vocalisations, battements d'ailes, tentative de relever, réflexes cornéens)

En cas d'observation de signes contraires,

**procéder à une dislocation du cou
ou réaliser une injection d'euthanasique**

Vérifier et modifier les paramètres électriques et le temps d'exposition

Mise à mort par anoxie en big bags après anesthésie à l'alphachloralose

Besoin en personnel : 1 vétérinaire pour la préparation du prémélange médicamenteux,
équipe de ramasseurs

Mode opératoire

- distribution de l'aliment à l'alphachloralose
- attente de 40 mn à 1 heure
- ramasser les volailles en 1h30 (durée de l'effet)
- placer les volailles dans des big bags étanches (à double paroi)
- fermer le sac pour provoquer l'anoxie des volailles
- attendre 30 minutes (proposition)

Contrôle de l'effectivité

- vérifier :
 - que les big bags utilisés sont bien étanches
 - que les animaux sont bien endormis (absence de tentative de relever) avant la mise en sac

Modifier la dose utilisée sur les lots suivants si l'effet obtenu n'est pas suffisant

Contrôle de l'efficacité de la mise à mort

- à l'issue des 30 minutes d'attente, ouvrir le sac et observer les animaux en surface
- il doit y avoir absence de :
 - mouvements respiratoires
 - battement d'ailes
 - vocalisations
 - tentative de relever
 - réflexe cornéen

En cas d'observation de signes contraires, prolonger l'anoxie de 30 minutes en refermant le sac

Sources et bibliographie

Appelt M, Sperry J (2007). *Stunning and killing cattle humanely and reliably in emergency situations — A comparison between a stunning-only and a stunning and pithing protocol*. Can. Vet. J., **48** (may 2007), pp. 529-534.

AUSTRALIAN VETERINARY EMERGENCY PLAN, AUSVETPLAN (2015). *Operational Manual, Destruction of animals, A manual of techniques of humane destruction*, Version 3.2, 2015

Australian government (2010). *Assessing the humaneness and efficacy of a new feral pig bait in domestic pigs*. Report for the Australian government department of the environment, water, heritage and the arts, march 2010

AVMA (2017). *The AVMA Guidelines for the Depopulation of Animals, draft for comments*.

AVMA (2013). *Guidelines for the euthanasia of animals (2013 edition), summary*.

AVMA, Johnson CL, Golab GC (2016). *Présentation AVMA's "Humane Endings" Efforts: Panel on Depopulation*, national Institute for Animal Agriculture, April 6th, 2016.

Baker HJ, Scrimgeour HJ (1995). *Evaluation of methods for the euthanasia of cattle in a foreign animal disease outbreak*. Can Vet J., **36**, pp. 160-165.

Benson ER., University of Delaware. *Mass Emergency Depopulation of Poultry* [en ligne], URL : <http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation Part I.pdf> [consulté le 3/05/2018]

Benson ER., University of Delaware. *Depopulation methods* [en ligne], URL : <http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation Part II.pdf> [consulté le 3/05/2018]

Benson ER, University of Delaware. *Basics of foam* [en ligne], URL : <http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation Part III.pdf> [consulté le 3/05/2018]

Benson ER, University of Delaware. *Types of foam equipment* [en ligne], URL : <http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation Part IV.pdf> [consulté le 3/05/2018]

Benson ER, University of Delaware. *Science behind foam* [en ligne], URL : <http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation Part V.pdf> [consulté le 3/05/2018]

Benson ER, University of Delaware. *Implementing Foam Depopulation*[en ligne], URL : <http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation Part VI.pdf> [consulté le 3/05/2018]

Benson ER, University of Delaware. *Conclusion* [en ligne],
URL : http://udel.edu/~ebenson/PDF/Depopulation/Depopulation_Part_VIII.pdf [consulté le 3/05/2018]

Benson E, Malone GW, Alphin RL, Dawson MD, Pope CR, Van Wicklen G (2007). *Foam-Based Mass Emergency Depopulation of Floor-Reared Meat-Type Poultry Operations*. Poultry Science, **86**, pp. 219–224.

Benson ER, Alphin RL, Dawson MD, Malone GW (2009). *Use of water-based foam to depopulate ducks and other species*. Poultry Science, **88**, 904–910.

Berg C (2007). *Emergency killing of poultry during disease outbreaks in the nordic countries*. ISAH-2007 Tartu, Estonia.

Burton R (2007). *Humane destruction of stock*. New South Wales Government, January 2011

Chevillon P, Mircovich C, Dubroca S, Fleho JY (2004). *Euthanasie en élevage de porc*. Tech Porc, **27**(4), pp. 21-27.

CIFOG : Impact de l'épizootie H5N8 – Plan d'action du CIFOG (présentation)

Denicourt M, Klopfenstein C, Dufour V, Pouliot F, D'Allaire S (2010). *Using an electrical approach to euthanize pigs on-farm: Fundamental principles to know*. 2010 American Association of Swine Veterinarians Annual Meeting : Implementing Knowledge.

Derscheid RJ, Dewell RD, Dewell GA, Kleinhenz KE, Shearer LC, Gilliam JN, Reynolds JP, Sun Y, Shearer JK (2016). *Validation of a portable pneumatic captive bolt device as a one-step method of euthanasia for use in depopulation of feedlot cattle*. Journal of the American Veterinary Medical Association, **248**(1), pp. 96-104.

DDCSPP du Gers (2016). *Euthanasie de volailles par injection*. RETEX IAHP Gers 2016.

DDCSPP des Landes (2017). Fiche technique PA 01 – PISU – *Réaliser un chantier de mise à mort de volailles par injection létale par des vétérinaires dans le cadre d'une épizootie IAHP*. Indice de révision A. Date : 28/07/2017.

DGAL (2016) formation à la protection animale en abattoir de volailles.

DGAL (2006) : NS DGAL/SDSPA/N2006-8105 du 2/05/2006

DGAL (2006) : NS DGAL/SDSPA/N2006-8071 du 15/03/2006

DGAL Protocole d'utilisation de l'anesthésie par l'alphachloralose suivi d'anoxie en sacs étanches sur chantier de dépeuplement VOLAILLES (document interne)

DGAL RI 08 Euthanasie par système électrique

DGAL (2017). *Retour d'expérience sur l'abattage pour diarrhée épidémique porcine (DEP)*, février 2017, DDPP du Finistère

DGAL (2017) *Guide technique. Dépeuplement*. Octobre 2017.

DGAL. *Utilisation de l'alphachloralose pour la gestion d'un dépeuplement d'élevage de volailles*. Document interne.

Galvin JW, Blokhuis H, Chimbombi MC, Jong D, Wotton S (2005). *Killing of animals for disease control purposes*. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., **24**(2), pp. 711-722.

Gerbier G (2017). *Note sur l'utilisation de l'alphachloralose suivi de l'anoxie en sacs étanches*. Janvier 2017

Gibson TJ, Mason CW, Spence JY, Barker H, Gregory NG (2015). *Factors Affecting Penetrating Captive Bolt Gun Performance* [en ligne]. Journal of Applied Animal Welfare Science, **18**(3), pp.222-238. DOI: 10.1080/10888705.2014.980579

Disponible sur URL : <http://dx.doi.org/10.1080/10888705.2014.980579> [consulté le 9/05/2018]

Gilliam JN, Woods J, Hill J, Shearer JK, Reynolds J, Taylor JD (2014). *Evaluation of the cash euthanizer captive bolt system as a single step euthanasia method for cattle of various ages*. 4th international symposium on beef cattle welfare, Iowa State University, Ames, Iowa, July 16-18, 2014

Gingerich E (2015). *Using Ventilation Shutdown for Emergency Mass Depopulation of Poultry* [en ligne], 26 oct 2015.

Disponible à URL : http://www.usaha.org/upload/Committee/TransDisPoultry/06-VSD%20for%20Mass%20Depopulation_Gingerich_share.pdf [consulté le 9/05/2018]

GT Logistics (2013). *Formation : les solutions d'euthanasie*, septembre 2013.

Humane Slaughter Association. *On-farm killing for disease control* [en ligne],

URL : <https://www.hsa.org.uk/on-farm-killing-of-livestock-for-disease-control-purposes--introduction/introduction-9> [consulté le 18/05/2018]

Humane Slaughter Association. *Practical Slaughter of poultry* [en ligne],

URL : <https://www.hsa.org.uk/introduction-1/introduction-3> [consulté le 18/05/2018]

Humane Slaughter Association. *Electrical Stunning of Red Meat Animals* [en ligne],

URL : <https://www.hsa.org.uk/electrical-stunning-of-red-meat-animals-introduction/introduction-1> [consulté le 18/05/2018]

Humane Slaughter Association. *Captive-Bolt Stunning of Livestock* [en ligne],

URL : <https://www.hsa.org.uk/introduction/introduction> [consulté le 18/05/2018]

Humane Slaughter Association. *Humane Killing of Livestock using Firearms* [en ligne],

URL : <https://www.hsa.org.uk/humane-killing-of-livestock-using-firearms-introduction/introduction-2>

[consulté le 18/05/2018]

Just in time training. *Water Based-Foam Depopulation: For Poultry During Animal Health Emergencies* [en ligne], URL : <http://www.cfsph.iastate.edu/Emergency-Response/just-in-time-training.php>

[consulté le 22/05/2018]

Just in time training. *Water Based-Foam Depopulation: For Poultry During Animal Health Emergencies*

[en ligne], URL : <http://www.cfsph.iastate.edu/Emergency-Response/just-in-time-training.php>

[consulté le 22/05/2018]

Lapidge S, Wishart J, Staples L, Fagerstone K, Campbell T, Eisemann J (2012). *Development of a Feral Swine Toxic Bait (Hog-Gone®) and Bait Hopper (Hog-Hopper™) in Australia and the USA [en ligne]*. Proceedings of the 14th WDM Conference, 2012.

Disponible à URL :

https://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/nwrc/publications/12pubs/fagerstone121.pdf

[consulté le 24/05/2018]

McKeegan DEF, Reimert HGM, Hindle VA, Boulcott P, Sparrey JM, Wathes CM, Demmers TGM, Gerritzen MA (2013). *Physiological and behavioral responses of poultry exposed to gas-filled high expansion foam*. Poultry Science, **92**, pp. 1145–1154.

Meyer RE, Morgan WEM, Stikeleather LF, Baird C, Rice JM, Byrne H, Halbert BV, Styles DK (2014). *Evaluation of carbon dioxide administration for on-site mass depopulation of swine in response to animal health emergencies*. JAVMA, **244**(8), April 15, 2014

Meyer RE, Morrow WEM (2005). *Carbon dioxide for emergency on-farm euthanasia of swine*. J. Swine

Health Prod., **13**(4), pp. 210–217.

Meyer RE, Whitley JT, Morrow WEM, et al (2013). *Effect of physical and inhaled methods on hormonal measures of stress in pigs*. J. Swine Health Prod. 2013;**21**(5), pp. 261-269.

NAHEMS (National Animal Health Emergency Management System) Guidelines (2015). *Mass Depopulation and Euthanasia*, August 2015.

National Pork Board, Des Moines, IA, USA (2008). *On-Farm Euthanasia of Swine Recommendations for the Producer* [en ligne]. Disponible à URL :

<https://www.aasv.org/aasv/documents/SwineEuthanasia.pdf>.

[consulté le 30/04/2018]

Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE) : Code sanitaire des animaux terrestres, chapitre 7.6.

Règlement européen n° 1099/2009.

Raj M, O'Callaghan M, Thompson K, Beckett D, Morrish I, Love A, Hickman G, Howson, S (2008). *Large scale killing of poultry species on farm during outbreaks of diseases: Evaluation and development of a humane containerised gas killing system*. World's Poultry Science Journal · June 2008.

Ralambo F, Gerbier G, Ferré Y. *Utilisation de l'alpha-chloralose dans les chantiers de dépeuplement IAHP (présentation)*.

Rice M, Baird C, Stikeleather L , et al. (2014). *Carbon dioxide system for on-farm euthanasia of pigs in small groups*. J Swine Health Prod. 2014, **22**(5), pp. 248-254.

Shearer JK, Ramirez A (2013). *Procedures for Humane Euthanasia, Humane Euthanasia of Sick, Injured and/or Debilitated Livestock* [en ligne]. Disponible sur
URL : <https://vetmed.iastate.edu/sites/default/files/vdpam/Extension/Dairy/Programs/Humane%20Euthanasia/Download%20Files/EuthanasiaBrochure20130128.pdf> [consulté le 30/04/2018].

Shearer JK. *Euthanasia of Cattle: An Important Service for Your Clients* [en ligne]. Disponible à
URL : [https://vvma.org/Resources/Conferences/2015%20VVC/Speaker%20Proceedings/Shearer-Euthanasia of cattle - An Important Service for Your Clients.pdf](https://vvma.org/Resources/Conferences/2015%20VVC/Speaker%20Proceedings/Shearer-Euthanasia%20of%20cattle%20-%20An%20Important%20Service%20for%20Your%20Clients.pdf) [consulté le 30/04/2018].

Shearer JK (2018). *Euthanasia of Cattle : Practical Considerations and Application* [en ligne]. Animals 2018, **8**(4), p. 57. Disponible sur URL :
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5946141/>
[consulté le 3/05/2018].

Standard Procedures for Euthanasia Using Saturated Potassium Chloride (KCl) Solution [en ligne].
Disponible sur URL : <https://research.wustl.edu/wp-content/uploads/2017/08/SOP-KCl.pdf>
[consulté le 3/05/2018].

Thornber PM, Rubira RJ, Styles DK (2014). *Humane killing of animals for disease control purposes*. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 2014, **33**(1), pp. 303-310.

USDA (2015). *HPAI Outbreak 2014-2015 Ventilation Shutdown Evidence & Policy* [en ligne]. 18 sept 2015.
Disponible sur
URL : https://www.aphis.usda.gov/animal_health/emergency_management/downloads/hpai/ventilationshutdownpolicy.pdf [consulté le 25/05/2018].

USDA (2016). *Using Ventilation Shutdown to control HPAI* [en ligne]. 15 jan 2016. Disponible sur
URL : http://minnesotaturkey.com/wp-content/uploads/2015/03/USDA-NEW-Using-VSD-1.15.2016_V2.pdf
[consulté le 25/05/2018].

USDA APHIS Performance Standards for the Use of Water-based Foam as a Method of Mass Depopulation of Domestic Poultry [en ligne]. Disponible sur
URL : <https://www.avma.org/KB/Policies/Pages/Poultry-Depopulation.aspx> [consulté le 25/05/2018].

Vétérinaires du Service de Santé des Armées. *Réaliser un chantier de mise à mort de volailles dans le cadre d'une épizootie à influenza aviaire hautement pathogène (IAHP)*.

Webster AB, Collett SR (2012). *A mobile modified-atmosphere killing system for small-flock depopulation*. J. Appl. Poult. Res., **21**, pp. 131-144.

Woods JA, Hill JH, Schwartz KJ, Sadler LJ, Parsons RL, Grandin T, Millman ST (2011). *Analysis of the Cash Euthanizer system in commercial production settings* [en ligne]. Allen D. Lemman Swine Conference 2011.

Disponible sur URL : <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/139865/Woods.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consulté le 4/05/2018].

Woolcott CR, Torrey S, Turner PV, Serpa L, Schwean-Lardner K, Widowski TM (2018). *Evaluation of Two Models of Non-Penetrating Captive Bolt Devices for On-Farm Euthanasia of Turkeys* [en ligne]. *Animals* 2018, **8**, p. 42. Disponible sur : URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5867530/> [consulté le 4/05/2018].